

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

«На правах рукопису»

УДК 62-1/-9

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Гондляр О.В.

« _____ » _____ 2019р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

спеціалізація Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування

на тему: Лінія пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з модернізацією віброшнекового живильника

виконав студент 2 курсу, групи ЛУ-81мп

Іващенко Тарас Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник _____ доц., к.п.н., Казак І.О. _____

Консультант (модернізація) _____ проф. Щербина В.Ю. _____

Консультант (ТМ та Е) _____ ст. викл. Борщик С.О. _____

Консультант (механотроніка) _____ доц. Левченко О.В. _____

Рецензент _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань

Студент _____

Київ 2019 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О.В.Гондлях
«__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Іващенко Тарасу Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Лінія пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з модернізацією віброшнекового живильника

Науковий керівник дисертації _____ доц., к.п.н., Казак І.О. _____,
затверджені наказом по університету від «_01_» 11 2019 р. №_3807-с

2. Строк подання студентом дисертації 10.12.2019 р.

3. Об'єкт дослідження: лінія пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою): продуктивність Віброшнековий живильник з модернізацією шнека.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Магістерська дисертація включає такі розділи: «Зміст», «Вступ», «Призначення та галузь застосування лінії», «Технічні характеристики базової машини», «Опис базової конструкції, її основних частин та принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану

питання, обґрунтування запропонованої модернізації», «Розрахунки», «Охорона праці», «Технологія монтажу та експлуатації», «Механотроніка», «Стартап-проект», «Висновки», «Перелік посилань».

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу Лінія пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з модернізацією віброшнекового живильника 1лист, А3; Віброшнековий живильник з модернізацією 1лист, А3; Пакувальний апарат 1лист, А3; Шнек 1лист, А3; Зварювальний вузол 1лист, А3; 3D модель розрахунку деталі 1лист, А3; Матиматична модель і результати розрахунків 2лист, А3; Автоматизація лінії пакування 1лист, А3;

7. Орієнтовний перелік публікацій: тези Іващенко Т.В., Казак І.О. Удосконалення лінії для упаковки продукції в термозбіжну плівку з метою підвищення ефективності її роботи // Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки: зб. наук. праць за матеріалами ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 6-7 червня 2019 р.). - К: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2019. - С. 54.; тези Іващенко Т.В., Казак І.О. Удосконалення віброшнекового дозатора в лінії для пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з метою підвищення ефективності її роботи // Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки: зб. наук. праць за матеріалами Х Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 12-13 грудня 2019 р.). - К: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2019. - С. 52;

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Монтаж і експлуатація обладнання	Борщик С.О., ст.викл.		
Модернізація	Щербина В.Ю., проф.		
Автоматизація	Левченко О.В., доц.		
Перевірка на оригінальність	Щербина В.Ю., проф.		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вступ	01.11.2019-02.11.2019	
2	Призначення та галузь застосування лінії	03.11.2019-5.11.2019	
3	Опис конструкції обв'язувальної машини та принцип роботи	06.11.2019-08.11.2019	
4	Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації	09.11.2019-12.11.2019	
5	Охорона праці	11.11.2019-13.11.2019	
6	Стартап-проект	14.11.2019-17.11.2019	
7	Розрахунки, які підтверджують працездатність машини	18.11.2019-23.11.2019	
8	Монтаж та експлуатація машини	24.11.2019-27.11.2019	
9	Автоматизація	28.11.2019-01.12.2019	
10	Висновки, перелік літератури	02.12.2019-03.12.2019	
11	Оформлення ПЗ	04.12.2019-07.12.2019	
12	Оформлення креслень	08.12.2019-10.12.2019	

Студент

(підпис)

Іващенко Т.В.

Керівник дисертації

(підпис)

Казак І.О.

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація : 12 с., рис., табл., 3 додатки, 18 джерел.

Виконано магістерську дисертацію на тему: «Лінія пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з модернізацією віброшнекового живильника».

Актуальність дослідження полягає в знаходженні конструктивних рішень для шнеку віброшнекового живильника для запобігання підпресування дозуємого матеріалу.

Метою магістерської дисертації є удосконалення конструкції віброшнекового живильника на основі модернізації шнека.

Об'єкт дослідження – процес транспортування у віброшнековому живильнику мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів в технологічній лінії їх пакування.

Предмет дослідження – віброшнековий живильник з модернізацією шнека.

Науково-практичне значення. Модернізована конструкція шнеку віброшнекового живильника з встановленими пластинами більше радіального розміру лопаті призводить до загинання пластин по внутрішній поверхні корпусу, що сприяє підчищенню мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з внутрішньої поверхні корпусу шнеку та перешкоджає підпресуванню дозуємого матеріалу, що підвищує стабільність роботи.

У магістерській дисертації виконані опис конструкції і принципу дії віброшнекового живильника, технологічної лінії, в якій застосовується дана машина, виявлені переваги і недоліки віброшнекового живильника, проведено літературно-патентний пошук та обрано варіант конструкції шнека віброшнекового живильника з метою модернізації та виконані розрахунки, які підтверджують доцільність удосконалення.

Також у магістерській дисертації виконані параметричні, міцнісні, кінематичні розрахунки віброшнекового живильника та розділи з технології

монтажу і експлуатації, стартап-проекту і охорони праці, які підтверджують доцільність експлуатації модернізованого віброшнекового живильника.

За темою магістерської дисертації опубліковані дві тези за результатами доповідей на IX і X Всеукраїнській науково-практичних конференціях (Київ, 6-7 червня 2019 р.) і (Київ, 12-13 грудня 2019 р.).

Ключові слова: ВІБРОШНЕКОВИЙ ЖИВИЛЬНИК, ШНЕК, ЛІНІЯ ПАКУВАННЯ, МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ ПОРОШКОПОДІБНІ МАТЕРІАЛИ, ПАКУВАЛЬНИЙ АВТОМАТ.

ABSTRACT

Master's thesis on the theme: "Packing line of mineral binder powder materials with the modernization of the vibrating screw feeder".

The object of study is the process of transporting mineral binder powders in a vibrating screw feeder.

The subject of the study is a vibrating screw feeder with auger modernization.

The purpose of the master's thesis is to study the design and principle of operation of the vibrating screw feeder, its advantages and disadvantages, and a reasonable choice of the option of modernizing the screw to improve its operation.

In the master's thesis the description of the design and principle of action of the vibrating screw feeder, technological line in which the machine is used, the advantages and disadvantages of the vibrating screw feeder, the literary patent search and the variant of the design of the screw of the vibrating screw feeder for the purpose of refinement are carried out. improvement.

Also in the master's thesis are parametric, strength, kinematic calculations of the vibrating screw feeder and sections on technology of installation and operation, startup project and labor protection, which will confirm the expediency of operation of the modernized vibrating screw feeder.

On the topic of the master's thesis theses on the results of the report at the All-Ukrainian scientific-practical conference and an article in the international journal were published.

Keywords: VIBRATING FEEDER, AUGER, PACKAGING LINE, MINERAL MATERIALS, MODERNIZATION.

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ

Пд - продуктивність дозатора, кг/год;

Пп - продуктивність пакувального автомату, кг/год;

Пv - продуктивність віброшнекового живильника, м³/год;

Рм - тиск повітря в магістралі, МПа;

Q - теплота, кДж;

W - зусилля затиску, Н;

Дп - діаметр поршня, м,

η - ККД приводу, %;

G - власна вага черв'яка, кг;

F - площа поперечного перерізу, м²;

i - радіус інерції, м;

N - потужність, кВт;

M - маса, кг.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
1. ОПИС ТА ПРИНЦИП ДІЇ ЛІНІЇ ПАКУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ В'ЯЖУЧИХ ПОРОШКОПОДІБНИХ МАТЕРІАЛІВ	3
2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗОВОЇ МАШИНИ.....	4
3. ПАТЕНТНО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД МОДЕРНІЗАЦІЙ	12
4. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТУ МОДЕРНІЗАЦІЙ.....	20
5. РОЗРАХУНКИ, ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТА ОСНОВНІ ГЕОМЕТРИЧНІ РОЗМІРИ МАШИНИ.....	25
6. РОЗДІЛИ	
6.1 ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	35
6.2 АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ.....	40
6.3 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПІДПРИЄМСТВА.....	42
6.4 ОХОРОНА ПРАЦІ БЕЗПЕКИ.....	45
7. РОЗРАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ВІБРОШНЕКОВОГО ЖИВИЛЬНИКА.....	47
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65
ДОДАТОК А. Експлікація і специфікації.....	
ДОДАТОК Б. Креслення.....	
ДОДАТОК В. Тези.....	

					ЛУ81мп.076186.00-90ПЗ				
Зм..	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб..		Івашенко Т.В			Лінія пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з модернізацією віброшнекового живильника	Літ..	Аркуш	Аркушів	
Перев.		Казак І.О					2		
						КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.									
Затверд..		Гондляр О.В.				8			

ВСТУП

Технологія промислового виробництва мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів набуває першорядного значення, а саме для прискорення прогресу в науці і техніці. У магістерській дисертації описується технологічна лінія пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів - одного з видів будівельних матеріалів, який протягом довгого часу набув широкого поширення.

Актуальність дослідження полягає в знаходженні конструктивних рішень для шнеку віброшнекового живильника для запобігання підпресування дозуємого матеріалу і підвищення стабільності його роботи.

Метою магістерської дисертації є удосконалення конструкції віброшнекового живильника на основі модернізації шнека.

Об'єкт дослідження – процес транспортування у віброшнековому живильнику мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів в технологічній лінії їх пакування.

Предмет дослідження – віброшнековий живильник з модернізацією шнека.

Науково-практичне значення. Модернізована конструкція шнеку віброшнекового живильнику з встановленими пластинами більше радіального розміру лопаті призводить до загинання пластин по внутрішній поверхні корпусу, що сприяє підчищенню мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з внутрішньої поверхні корпусу шнеку та перешкоджає підпресуванню дозуємого матеріалу, що підвищує стабільність його роботи.

Мінеральні в'язучі порошкоподібні матеріали відносяться до збірних понять – вони об'єднують різні види в'язучих матеріалів, які отримують шляхом випалу гірських порід та їх подрібнення. В'язучими назвали за здатність зв'язувати в єдине ціле частинки дрібних наповнювачів і більші фрагменти. Через деякий час були створені інші в'язучі матеріали, одержувані штучним шляхом і здатні при замішуванні з водою перетворюватися в гливу масу, твердіючи при цьому як на повітрі, так і у воді. Мінеральні в'язучі порошкоподібні матеріали не

є природним матеріалом. Їх виготовлення – процес досить дорогий і енергоємний, проте на виході отримують один з найпопулярніших будівельних матеріалів, який використовується як самостійно, так і в якості складового компонента інших будівельних матеріалів. Такі заводи, як правило, знаходяться відразу ж на місці видобутку сировинних матеріалів для виробництва матеріалу.

1 ОПИС ТА ПРИНЦИП ДІЇ ЛІНІЇ ПАКУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ В'ЯЖУЧИХ ПОРОШКОПОДІБНИХ МАТЕРІАЛІВ

Технологічна лінія виробництва мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів показана на (рис 1.1). Сировина для виробництва (вапняк і глина) добувається екскаватором 1 з кар'єру та транспортується на підприємство з виробництва та пакування цементу за допомогою автосамосвала 2. Далі відбувається розвантаження сировини на заводі, котра далі конвеєром 3 подається в шокову дробарку 4, де сировина подрібнюється до необхідного розміру, далі ця сировина також по конвейєру потрапляє до молоткової дробарки 5, задля досягнення необхідного розміру фракції 25 мм, після чого через бункери – дозатори 6 сировина потрапляє в валковий млин 7, де відбувається його подальше подрібнення.

Далі подрібнена сировина потрапляє до вагового дозатора 8, за допомогою якого дозує на необхідні розміри (кг) та виконує рівномірну подачу сировини, після чого суміш для виготовлення цементного клінкеру конвеєром подається у обертову піч 9, де, шляхом випалу при температурі 1450 градусів, відбувається процес спікання сировини в клінкер. Після випалу в печі готовий цементний клінкер розвантажується на склад зберігання клінкеру 10, звідки портландцементний клінкер (клінкер, що складається переважно з високоосновних силікатів кальцію, а також алюмінатів і алюмоферитів кальцію) подається на помольні вузли 11 задля більш кращого помолу. Після нього за допомогою ящикового живильника 12 матеріал транспортується до віброшнекового дозатора 13 який забезпечує рівномірне та безперервну подачу та дозування цементу вже до пакувального апарату 14, за допомогою якого в свою чергу відбувається пакування цементу. Вже після нього цемент відвантажується на склад готової продукції 15, як напівфабрикат. Виробництво цементу дуже вигідно і дозволяє в найкоротші терміни окупити всі вкладення і отримати максимальний прибуток. Видача готової продукції зі складу передбачається за допомогою

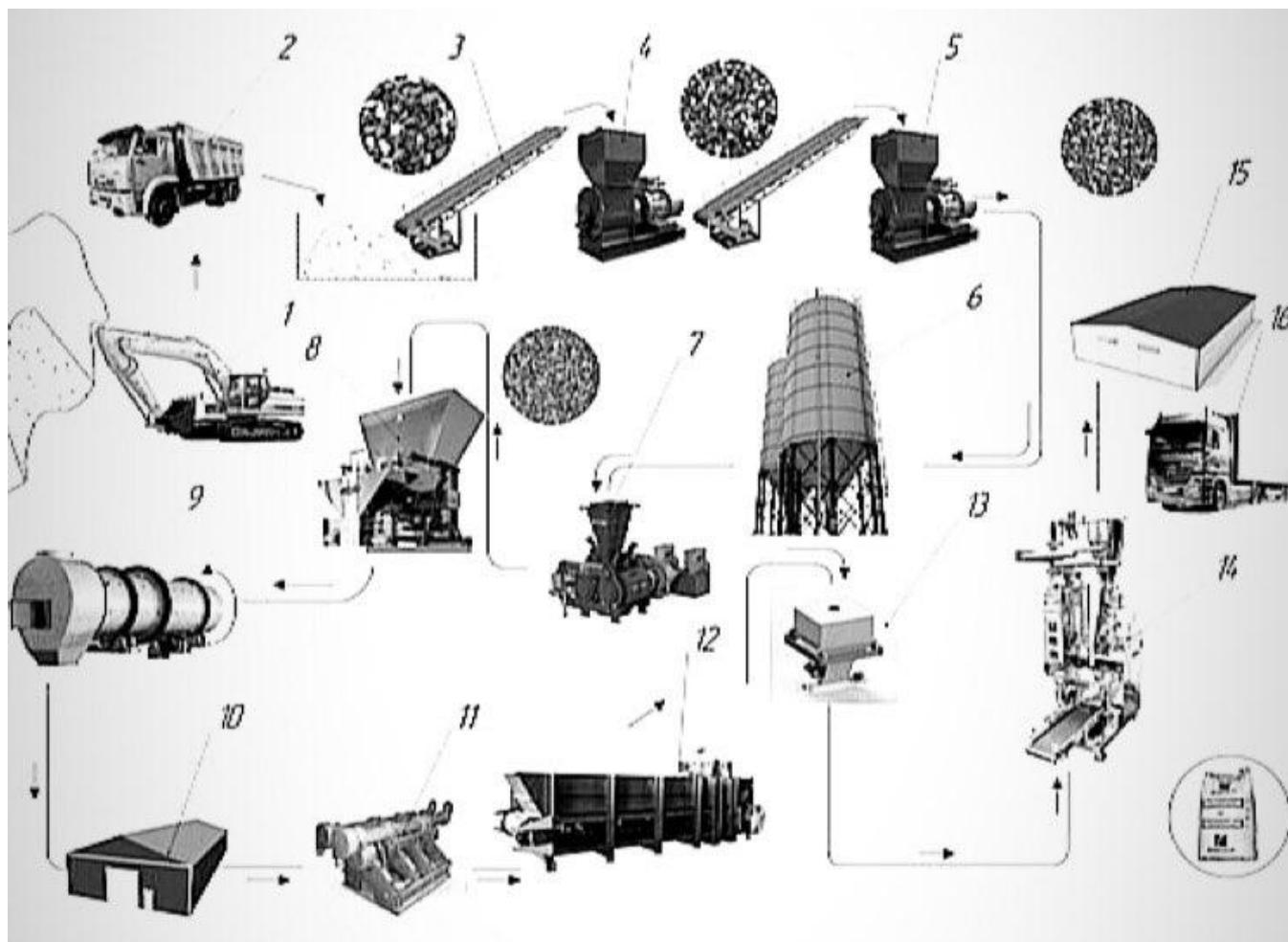


Рис.1.1. Технологічна схема виробництва мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів:

1 – екскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – конвеєр; 4 щокова дробарка; 5 – молоткова дробарка; 6 - дозатор; 7 – валковий млин; 8 – ваговий дозатор; 9 – обертова піч; 10 - клінкер; 11 – помольні вузли; 12 – ящиковий живильник; 13 – віброшнековий живильник; 14 – пакувальний апарат; 15 - склад; 16 – транспорт.

пневморозвантажувача та бічного вивантаження в автомобільний або залізничний транспорт 16.

На лінії виробництва мінеральних в'яжучих порошкоподібних матеріалів присутня велика кількість машин і механізмів. Розглянемо детальніше деякі основні машини:

1.2. Опис конструкції та принцип дії вагового дозатора

На (рисунку 1.2) показаний дозатор для автоматичного вагового дозування цементу.

Сигнал початку дозування надходить з пульта керування 12 який подає

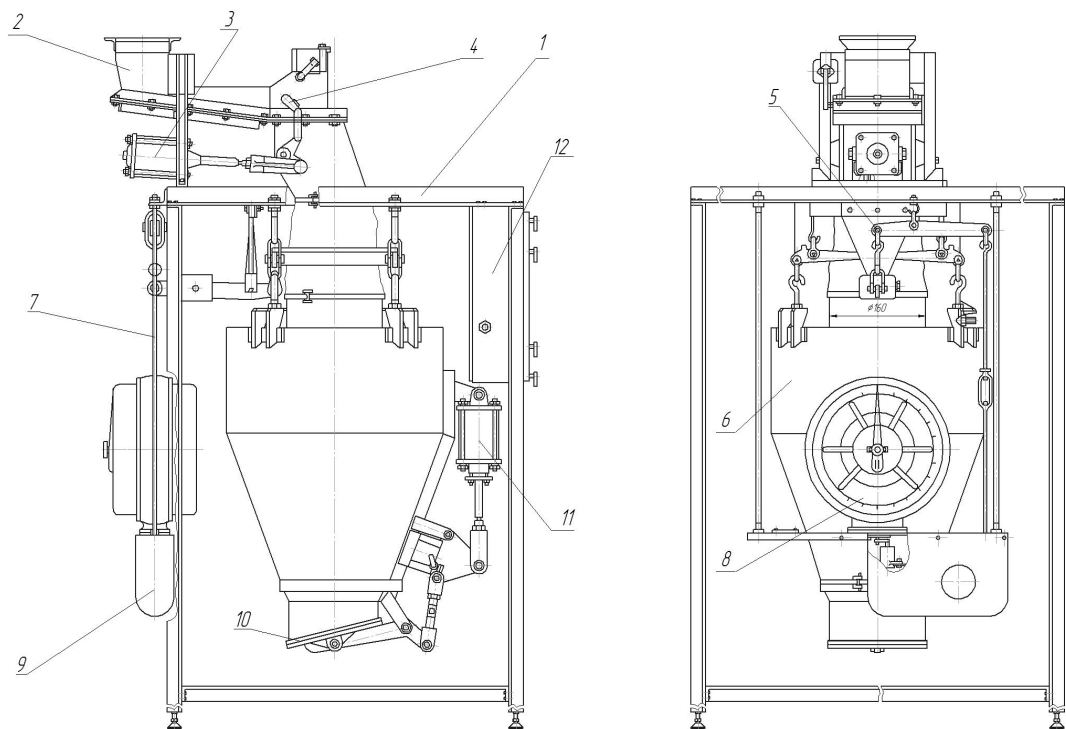


Рисунок 1.2 – Ваговий дозатор

1 – рама, 2 – пневможивильник, 3 – пневмоциліндр вхідного затвору, 4 – вхідний затвор, 5 – вагова ричажна система, 6 – ваговий бункер, 7 – гриф передачі зусилля, 8 - ваговий індикатор, 9 – тензодатчик, 10 – випускний затвор, 11 – пневмоциліндр вихідного вихідного затвору, 12 – пульт налаштувань та ручного керування.

стиснене повітря до пневможивильника 2. Цемент, насичений повітрям, починає переміщатися по жолобу живильника. Одночасно стиснене повітря надходить в пнев-циліндр 3, відкриває вхідний затвор 4, і цемент подається у ваговий бункер 6, підвішений на важелях 5 до рами 1. Сила тяжіння цементу, що надійшов в бункер через гриф передачі зусилля 7, передається на тензодатчик 9, та показується на ваговому індикатору 8. При досягненні потрібної дози сигнал з вагового приладу передається на пульт управління 12, який відключає пневможивильник 2. Подача стисненого повітря припиняється, і вхідний затвор 4 закривається. При надходженні з пульта управління сигналу, дозволяючого розвантаження дозатора, що відкривається доступ стисненого повітря в пневмоциліндр вихідного клапану 11, який через систему важелів відкриває випускний затвор 10.

1.3. Опис конструкції та принцип роботи пакувального автомату

На (рисунку 1.3) зображено автоматичний пакувальний автомат. Вся конструкція тримається на зварній рамі 1. При поступанні сигналу з пульта керування 7, плівка 12 за допомогою двигуна протяжки 5 направляється на комірець 4, де складається у форму «труби». Вертикальний пристрій зварювання 6 зпаює плівку вздовж, отримується «рукав». Горизонтальний пристрій зварювання 8 зпаює пакет два рази, утворюючи дно, та закупорюючи пакет. У цей час дозована порція цементу потрапляє до приймального бункера 2 спеціальної форми(для зменшення пилеутворення), та через стовбур 3 наповнює напівготовий пакет з вже утвореним дном. Далі пакет зпаюється зверху. Готовий дозований та упакований продукт потрапляє на відповідний конвеєр 11. Налаштування зварних пристроїв здійснюється за допомогою керуючого блоку зварювання 10. Контроль струму у системі здійснюється за допомогою силового блоку управління 9.

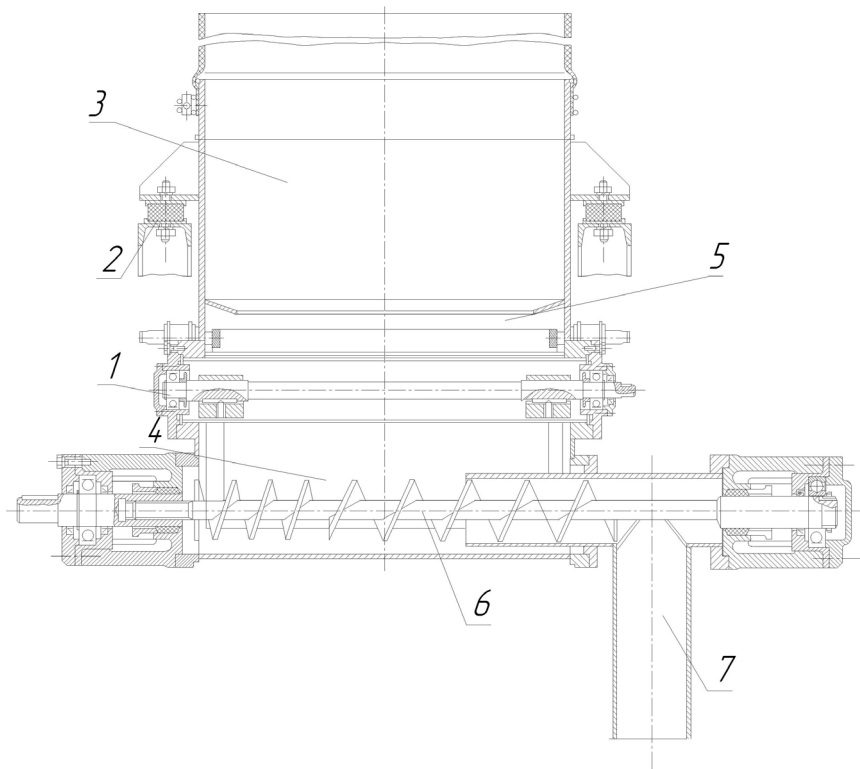


Рисунок 1.4 – Віброшнековий дозатор

1 – дебалансний вал, 2 – амортизатори, 3 – бункер, 4 – шнекова камера, 5 – вібраторах, 6 – шнек, 7 – вихідний патрубок.

1.5. Опис конструкції та принцип дії ящикового живильника

На (рис 1.5) зображено ящиковий живильник. Ящиковий живильник працює наступним чином: кускова глина завантажується в бункер 7 транспортним засобом. Привід 15 транспортера переміщує на несучій стрічці 5 глину з кусками через шибери. В залежності від необхідної продуктивності шибери можуть підніматись або опускатись відносно несучої стрічки 5. Матеріал транспортується рівномірним шаром через щілину між шибером і стрічкою 5, а далі розбивається бильним валом на менші фракції та рівномірно видається на наступний елемент технологічної лінії виробництва, в якій має місце ящиковий живильник.

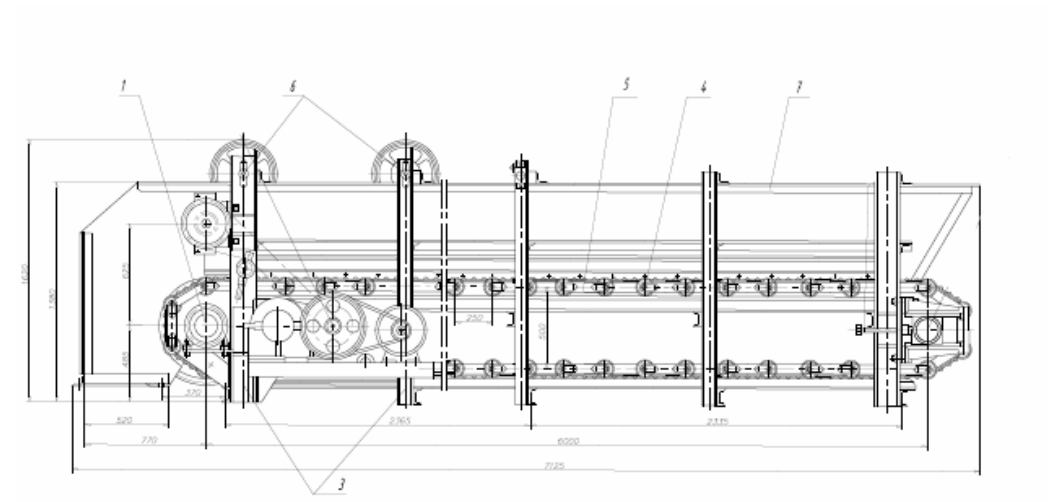


Рисунок 1.5 – Ящиківий живильник

1 – Барабан, 2 – рама, 3 – вертикальні стійки, 4 – ролик, 5 – полотно,
6 – механізм опускання.

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОЇ МАШИНИ

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики віброшнекового живильника

Параметри	Значення
Продуктивність, м ³ /год	20
Частота обертання шнека, об/с	1,4
Діаметр гвинта, м	0,25
Крок гвинта, м	0,25
Частота коливань вібратора, кол/хв	2800
L-відстань між завантажувальним і розвантажувальними патрубками, м	2
Електродвигун:	
тип	4A90L4Y3
потужність, кВт	2,2
частота обертання, об/хв	1500
напруга, В	380
Об'єм бункера, м ³	0,5
Кількість розвантажувальних патрубоків	1
Насипна маса матеріалу, т/м ³	1,2
Середня маса, кг	330

3 ПАТЕНТНО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД МОДЕРНІЗАЦІЇ

3.1 Літературно-патентний огляд варіантів модернізації шнеку віброшнекового живильника

Метою магістерської дисертації є удосконалення конструкції віброшнекового живильника на основі модернізації шнека.

Для цього виконано літературно-патентний огляд джерел [6-12] конструкцій шнеку для віброшнекового живильника, проведено їх аналіз і вибір варіанту модернізації шнеку віброшнекового живильника.

В результаті аналізу конструкцій віброшнекового живильника виявлені такі переваги (простота конструкції, надійність, рівномірне і безперервнетранспортування) і недоліки (інтенсивний знос робочих органів (шнека) [5].

Для вибору варіанту модернізації шнека віброшнекового дозатора знайдено 6 технічних рішень та зварювального механізму пакувального автомата знайдено 3 технічних рішень на основі патентів [6-14]. Розглянемо їх детальніше.

У патенті [6] розглядається бункерний дозатор. Винахід відноситься до транспортного устаткування. Технічним результатом винаходу є підвищення точності, стабільності і надійності дозування важкосипких матеріалів, а також спрощення конструкції дозатора з одночасним забезпеченням його універсальності, тобто можливості його оперативної переналадки в залежності від типів важкосипких матеріалів.

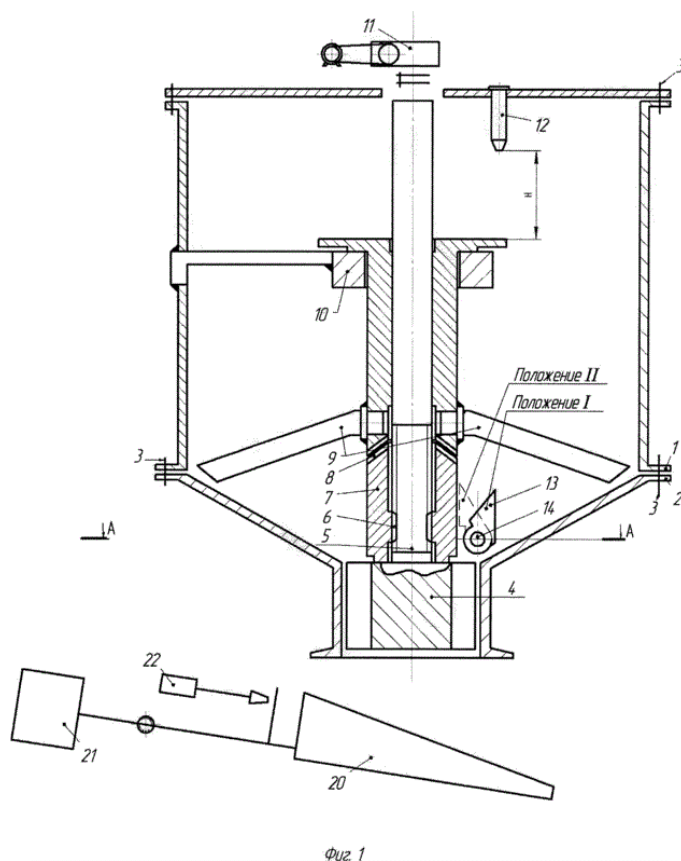


Рис. 3.1 Бункерного дозатор

Цей результат забезпечується за рахунок того, що бункерний дозатор для сипучих матеріалів включає вертикально розташований порожнистий корпус з випускним отвором знизу, який забезпечений кришкою, а також руйнівник склепінь, який розміщений в порожнині корпусу, з додатковими елементами.

У патенті [7] розглядається дозатор з бункерним пристроєм. Винахід належить до транспортного устаткування. Технічним результатом винаходу є підвищення точності дозування за рахунок виключення неконтрольованого падіння великих мас сипкого матеріалу з висоти корпусу бункера.

Винахід відноситься до техніки дозування, зберігання, до транспортування сипучих і особливо важкосипких матеріалів і може знайти застосування в хімічній, фармацевтичній, харчовій, будівельній та інших галузях промисловості, де дозування для наповнення ємностей сипучими .

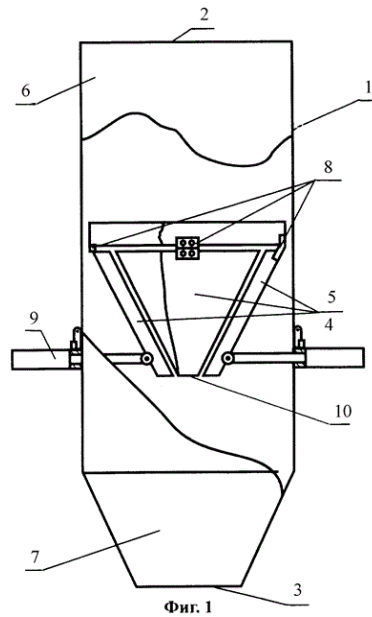


Рис. 3.2 Дозатор з бункерним пристроєм для сипучих матеріалів

1 – корпус, 2 – завантажувальний отвір, 3 – розвантажувальний отвір,
4 – розрізна воронка, 5 – елементи воронки, 6 – верхня частина корпусу,
7 – нижня частина корпусу, 8 – петля, 9 – привід, 10 – отвір розрізної воронки.

Технічним результатом винаходу є підвищення точності дозування за рахунок виключення неконтрольованого падіння великих мас сипкого матеріалу з висоти корпусу бункера.

У патенті [8] розглядається бункерний дозатор для сипких вантажів. Винахід відноситься до транспортного устаткування. Технічним результатом винаходу є підвищення точності, стабільності і надійності дозування за рахунок забезпечення проходження сипучого вантажу із заданою регульованою швидкістю випуску, а також спрощення конструкції дозатора, механізму управління процесом дозування та зниження його енергоємності. Винахід спрямовано на підвищення точності дозування, стабільності і надійності проходження дозується сипучого вантажу із заданою, регульованою швидкістю випуску.

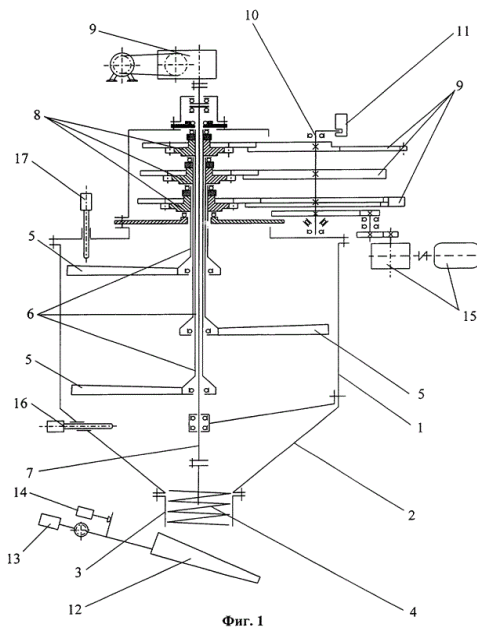


Рис 3.3. Бункерний дозатор для сипких вантажів

1- Верхня циліндрична частина корпусу, 2 - середня конічна частина корпусу, 3 - нижня частина полого корпусу, 4 - шнек, 5 – елемент руйнування склепінь, 6 – полий вал, 7 - вал обертання, 8 - зубчасте колесо, 9 - зубчасте колесо-сегмент, 10 – загальний вал, 11- датчики, 12 - лоток, 13 - противаги, 14 - датчика положення, 15 - привід елементів, 16 - нижчий показчик рівня, 17 - верхній показчик рівня.

Винахід легкий у виготовленні і зручний в експлуатації, простий і надійний також механізм управління процесом дозування, енергоємність його невисока.

У патенті [9] розглядається дозатор для розфасовки сипких матеріалів. Винахід відноситься до транспортного устаткування. Технічним результатом корисної моделі є підвищення точності, стабільності і надійності дозування сипких матеріалів.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в дозаторі для фасування сипучих матеріалів у клапанні мішки, що містить раму, поєднану з нею і встановлену у верхній частині завантажувальну ємність, дно якої з'єднано з каналом переміщення сипкого матеріалу і відокремлене від цього каналу заслінкою, встановленою з можливістю переміщення, з'єднаний з нижньою

частиною каналу переміщення сипкого матеріалу розвантажувальний патрубок, який об'єднаний з каналом подачі повітря і каналом відбору повітря, а також ваговимірювальне пристрій і пристрій фіксації тари, виконане у вигляді пневмоциліндра, встановленого у верхній частині розвантажувального патрубку, відповідно корисної моделі, ваговимірювальне пристрій виконаний у вигляді тензометричного вагового пристрою, що включає тензометричний датчик і вузол електронного перетворення, канал переміщення

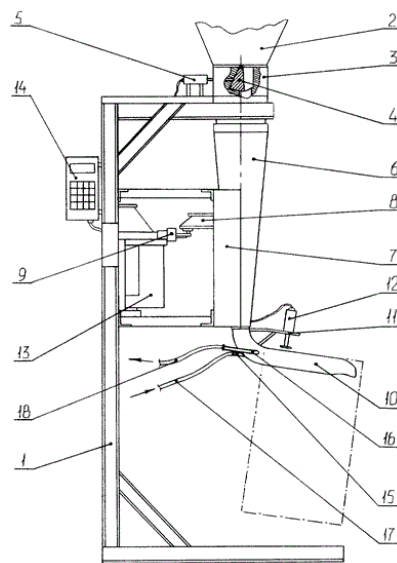


Рис.3.4 Дозатор для розфасовки сипких матеріалів

1- рама, 2 – завантажувальна ємність, 3 - камера, 4 - секторна заслінка, 5 – пневмоциліндр, 6 – канал переміщення матеріалу, 7 - направляючі, 8 - кронштейн, 9 – тензометричні датчики, 10 – розвантажувальний патрубок, 11- пластина, 12 - пневмоциліндр, 13 - електронний ваговимірювальний пристрій, 14 – панель управління.

сипкого матеріалу виконаний у вигляді труби, встановленої з можливістю переміщення по вертикалі, а вхідний ділянку розвантажувального патрубку виконаний округленим і загнутим вгору.

У патенті [10] розглядається комбінаційний ваговий дозатор. Технічним результатом винаходу є вище описана конфігурація, яка здатна скоротити час

дозування дозованих продуктів на накопичувальний лоток і виконати операцію з великою швидкістю незалежно від особливостей дозованих предметів і т.п. в комбінаційному ваговому дозаторі.

Винахід спрямований на зниження часу дозування дозованих предметів на накопичувальний лоток, придатний для роботи з великою швидкістю, незалежно від їх особливостей. Цей результат забезпечується за рахунок того, що комбінаційний ваговий дозатор включає безліч верхніх накопичувальних

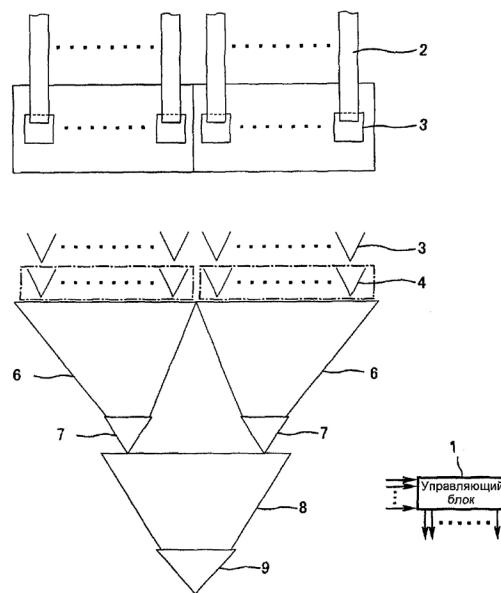


Рис. 3.5 Комбінаційний ваговий дозатор

1 – керуючий блок, 2 – живильники, 3 – впускний отвір, 4 – розсіювальний пристрій, 5 – керуючі сигнали, 6 – проміжний накопичувальний бункер, 7 – проміжний вихідний затвор, 8 – головний накопичувальний бункер, 9 – головний вихідний затвор.

лотків, розташованих вище дозуючого бункера, і керуючий блок, який багаторазово виконує комбінаційну процедуру для визначення однієї розвантажувальної комбінації дозуючих лотків. Розвантажувальний процес дозованих продукту з дозуючих лотків, що належать розвантажувальній комбінації на верхніх накопичувальних лотках, і розвантажувальний процес для розвантаження дозованих продуктів одночасно з нижнього накопичувального

бункера.

У патенті [11] розглядається дозатор сипких матеріалів. Винахід відноситься до транспортного устаткування. На тильній стороні лопатей шнека закріплені еластичні, трикутні пластини, розташовані по радіусу лопатей, нормально їх поверхні, вершиною в бік валу шнека. Введення еластичних

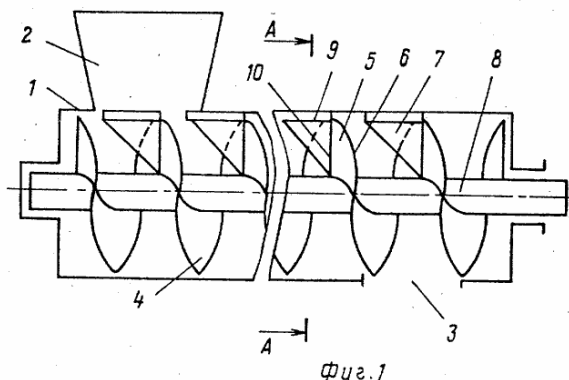


Рис.3.6 Дозатор сипких матеріалів

пластин забезпечує переміщуваного дрібносипучего матеріалу. Це перешкоджає подпресовка дозіркемого матеріалу, що підвищує точність дозування .

3.2. Літературно-патентний огляд варіантів модернізації пакувальног автомату

У магістерській дисертації другою машиною для удосконалення її роботи обраний пакувальний автомат. В результаті літературно-патентного огляду огляд джерел [12-14] та аналізу конструкцій пакувального автомату виявлені такі переваги (простота конструкції, надійність, рівномірне і швидке нагрівання термозварного пристрою) і недоліки (не рівномірне зварювання термоплівки) [3].

Тому у лінії пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів для пакувального автомату вирішено покращити зварювальний механізм робочого органу пакувального автомату. Для цього проведено

патентно-літературний огляд зварювального механізму пакувального апарату та знайдено 3 технічних рішення, розглянемо їх детальніше.

У патенті [12] розглядається затискач для мішків. Технічним результатом винаходу є спрощення механізму запаковування мішків, за рахунок звичайного затискача.

Пристрій відноситься до затискних пакувальних пристосувань для затискання горловин мішків з сипкими продуктами і може бути використаний для закупорювання та транспортування мішків з продуктами. Затискач містить зубчасту стрічку з заокругленим V-подібним кінцем і замком на протилежній стороні, виконаним за формою поперечного перерізу стрічки і мають віджимати пружні зубчасті елементи. Замок має плоский виступ з шийкою, а на кінці зубчастої стрічки є довгастий отвір, розташований вздовж осьової лінії. Отвір надівається на виступ на замку і таким чином на стрічці утримується

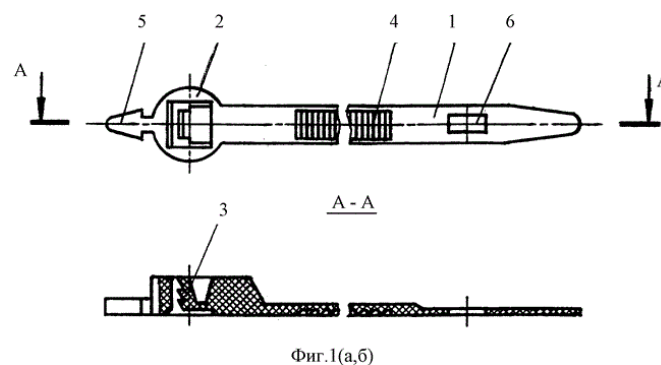


Рис. 3.7 Затиск

1 – зубчаста стрічка, 2 – замок, 3 – язичок, 4 – зубчаста сторона стрічки, 5 – плоский виступ, 6 – довгастий отвір.ач для мішків

ярлик. Винахід забезпечує підвищення надійності закріплення ярлика і полегшення його зняття при заміні або розтині упаковки.

У патенті [13] розглядається герметизація при пакуванні сипких матеріалів. Технічний результат винаходу виражається в розширенні функціональних можливостей способу герметизації пластикових пакетів за рахунок забезпечення герметизації всіх типів продуктів, у тому числі

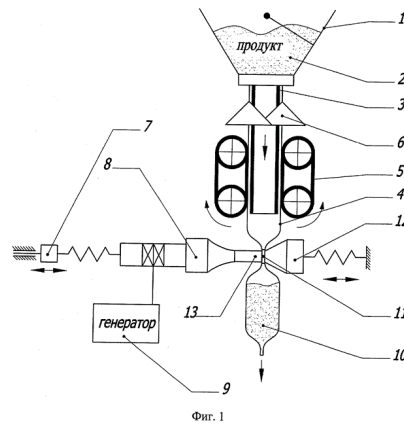


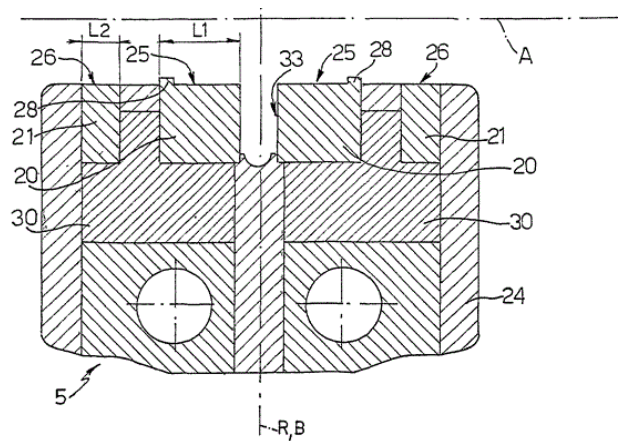
Рис. 3.8 Герметизації пластикових пакетів

1 – завантажувальна воронка, 2 – продукт, 3 – циліндрична ємність, 4 – рукав, 5 – механізм протягування стрічки, 6 – повздовжній термозварний пристрій, 7 – привід поперечної зварки, 8 – ультразвукова коливальна система, 9 – електронний генератор, 10 – пакет, 11- шов, 12 – притискна планка, 13 – робоча планка.

дрібнодисперсних, що пилять і всіх типів рідких продуктів за рахунок реалізації можливостей ультразвукової низькотемпературної зварки.

Винахід відноситься до галузі техніки, пов'язаної з розробкою і застосуванням пакувальних автоматів з вертикальною подачею продукту для пакування в полімерну термопластичну плівку шляхом формування пластикових пакетів, а саме до способів їх герметизації при упаковці сипучих і рідких продуктів. Спосіб включає формування поперечної ділянки для виконання шва, стиснення пакету на цій ділянці до зіткнення внутрішніх стінок пакету один з одним, енергетичний вплив на матеріал пакета до підвищення температури, достатньої для формування шва.

У патенті [14] розглядається пристрій для термозварювання пакувального матеріалу. Технічним результатом винаходу є покращення якості зварних швів, зменшення неконтрольованого виділення тепла. Пристрій може бути використано для зварювання рухомого пакувального матеріалу, що містить шар, який може бути нагрітий за рахунок електромагнітної індукції, наприклад



ФИГ. 3

Рис. 3.9 Пристрій для термозварювання пакувального матеріалу

металевий, а також термопластичний шар. Пристрій містить генератор змінного струму і обмотку для перетворення змінного струму в магнітне поле, що перетинає пакувальний матеріал. Феромагнітні елементи та силові лінії магнітного поля в певному напрямку розташовані так, що вони перетинають пакувальний матеріал у щонайменше, двох окремих областях уздовж зварювальної зони. Пристрій забезпечує контрольований напрямок нагріву точно в зварювальну зону без деформації пакувального матеріалу. Неконтрольований нагрів цих областей може викликати деформацію пакувального матеріалу, наприклад створювати хвилястість.

4 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ

4.1. Обґрунтування модернізації віброшнекового дозатора

У результаті патентно-літературного огляду конструкцій віброшнекового живильника, було обрано патент [11], тому що він найбільш доцільно відповідає меті магістерської роботи Виконавши модернізацію за прототипом [11], спостерігаємо скорочення запобігання підпресування дозуємого матеріалу, що підвищує точність дозування віброшнекового живильника.

Провівши ґрунтовний літературно-патентний огляд, прийшли до висновку, що найбільш актуальною буде розробка робочого органу гвинтового живильника для дозування матеріалів з високою насипною масою, здатних до утворення склепінь, стиснення під час транспортування, дрібно-зернистих, пиловидних. Відомі конструктивні рішення шнеку, коли лопасті зроблені фасонними зі зміною поперечного перерізу, але така конструкція не дає можливості уникнути склепінь; також відомі лопатеві шнеки, що забезпечують безперервне дозування, але мають меншу продуктивність; шнеки для дозування пиловидних матеріалів, особливо, якщо вони ще й абразивні повинні в обов'язковому порядку бути оброблені спеціальними розчинами для зменшення стирання поверхонь, економії коштів.

Отже, розглянемо патент детальніше:

Конструкція на основі прототипу [11]відноситься до обладнання для дозованої подачі борошна в тістомісильні машини і може бути використано також для дозування інших дрібно сипучих матеріалів в різних галузях промисловості.

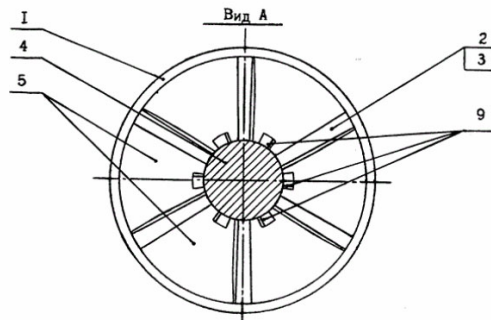


Рисунок 4.1 – Розріз шнека

На рис. 4.1 та 4.2 показаний корпус 1 з завантажувального лійкою 2 і розвантажувальним вікном 3, розміщений в корпусі транспортує орган, що представляє собою шнек 4. На ділянці від завантажувального воронки до розвантажувального вікна на тильній стороні 5 лопатей 6 шнека закріплені еластичні, переважно гумові, трикутні пластини 7, розташовані по радіусу лопатей, нормально їх поверхні, вершиною в бік валу 8 шнека. При цьому довжина вільного підстави 9 кожної трикутної пластини виконана дорівнює двом третім кроку витка шнека, а довжина закріпленого підстави 10 цієї ж пластини більше радіального розміру лопаті. Введення еластичних пластин

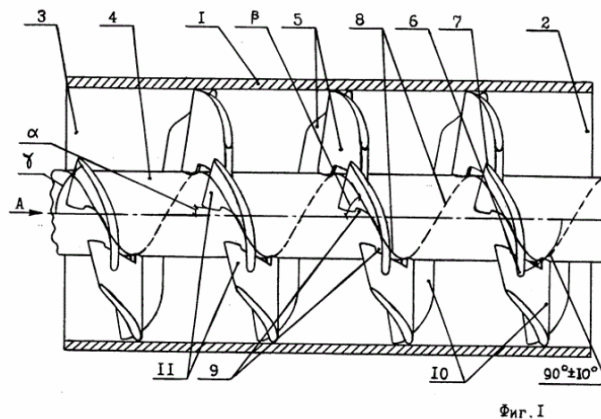


Рисунок 4.2 – Шнек

забезпечує розпушення переміщуваного дрібно-сипучого матеріалу. Це перешкоджає підпресуванню дозуємого матеріалу, що підвищує точність дозування. Виконання підстави пластин більше радіального розміру лопаті призводить до загинання по внутрішній поверхні корпусу, що сприяє підчищеному борошна з внутрішньої поверхні корпусу.

4.2 Обґрунтування вибору варіанту модернізації пакувального автомату

Після проведення патентно-літературного огляду були розглянуті різноманітні патенти з новими технічними рішеннями для покращення роботи пакувального автомату. Було визначено, що найбільш доречною модернізацією пакувального автомату буде покращення якості зварних швів, зменшення браку при роботі за рахунок контрольованої області зварювання, та зменшення витрат електроенергії за рахунок імпульсного зварювання.

Отже, розглянемо патент детальніше:

Пристрій може бути використано для зварювання рухомого пакувального матеріалу, що містить шар, який може бути нагрітий за рахунок електромагнітної індукції, наприклад металевий, а також термопластичний шар. Пристрій містить генератор змінного струму і обмотку для перетворення змінного струму в магнітне поле, що перетинає пакувальний матеріал. Феромагнітні елементи та силові лінії магнітного поля в певному напрямку розташовані так, що вони перетинають пакувальний матеріал у щонайменше, двох окремих областях уздовж зварювальної зони. Пристрій забезпечує контрольований напрямок нагріву точно в зварювальну зону без деформації пакувального матеріалу. Неконтрольований нагрів цих областей може викликати деформацію пакувального матеріалу, наприклад створювати хвилястість.

На рисунку 4.4 показана труба 1, яка переміщається в нагрівальному пристрої. Труба 1 виготовлена з листа, обмотаного навколо зварювального стрижня 23, причому кромки листа накладені один на одного і зварюються за рахунок нагрівання при їх проходженні через нагрівальний пристрій. Стінка труби 1 складається з щонайменше одного металевого шару і одного термопластичного шару. Як вже було згадано тут раніше, наявність металевого шару необхідно для того, щоб збуджувати тепловиділяючі вихрові струми, які використовуються для розплавлення ділянки термопластичного шару і в результаті створюють зварне з'єднання. У даному прикладі зварювальний зона

2 витягнута в напрямку руху труби 1. Нагрівальний пристрій містить перший феромагнітний стрижень 7, наприклад виготовлений з фериту, вбудований в зварювальний стрижень 23 і розташований усередині труби 1 в безпосередній близькості від зварювальної зони 2. Другий 8 і третій 10 феромагнітні стрижні розташовані над першим стрижнем 7 таким чином, що один кінець другого стрижня 8 розташований навпроти одного кінця першого стрижня 7 і служить його продовженням, а один кінець третього стрижня 10 розташований навпроти іншого кінця першого стрижня 7 і служить його продовженням. Другий 8 і третій 10 стрижні охоплені відповідними обмотками 3, 5. Розташування трьох стрижнів 7, 8, 10 у вигляді букви U дозволяє забезпечити по суті локалізований нагрів областей 14 і 16, причому перша область 14 утворена між одним кінцем першого стрижня 7 і одним кінцем другого стрижня 8, а друга область 16 утворена між іншим кінцем першого стрижня 7 і одним кінцем третього стрижня 10. Відстань, що утворилося між двома парами решт, може варіюватися в діапазоні, що перевищує товщину зварюваного аркуша пакування в 2-200 разів, а переважно - в 2-50 разів. Таким чином, для будь-якої точки, розташованої на трубі 1 в її зварювальній зоні 2, перший нагрів має місце в області 14, розташованої між одним кінцем першого стрижня 7 і одним кінцем другого стрижня 8. За цим слідує період відсутності нагрівання, після чого має місце новий нагрів в області 16, розташованої між іншим кінцем першого стрижня 7 і одним кінцем третього стрижня 10. Пристрої, показані на Рис.7.2-4, подібні до пристрою, показаному на Рис.7.1. Однак вони відрізняються тим, що набір феромагнітних елементів утворює замкнутий контур, внаслідок чого каталізується всі петлі силових ліній магнітного поля. Другий 11 і третій 12 феромагнітні стрижні з'єднані разом за допомогою четвертого стрижня 13, розташованого паралельно напрямку руху труби 1. Четвертий стрижень охоплений обмоткою 6. Обмотка 6 може бути також розташована навколо другого 11 або третього 12 феромагнітного стрижня. Пристрій, показане на фіг.4, відрізняється від пристрою, показаного на фіг.2, тільки тим, що перший стрижень 7 замінений групою з трьох стрижнів 19-21,

встановлених по черзі на кожній стороні стінки труби 1, причому кінці стрижнів 19-21 попарно перекриті один з одним в зонах 22. Відомі зварювальні стрижні найчастіше складаються з сталевого сердечника, охопленого пластикової втулкою. Наявність феромагнітних стрижнів 7, 19, 20 у зварювальному стержні 23, поза всяким сумнівом, дозволяє каналізувати більшу частину силових ліній магнітного поля всередині стрижнів. Проте може статися так, що деякі силові лінії магнітного поля проходять також через пластикову втулку, в результаті чого нагрів в зварювальних зонах погіршується. Для того щоб знизити до мінімуму або навіть усунути цей недолік, зварювальний стрижень 23 може складатися виключно з матеріалу, що утворює екран, такого як мідь або алюміній.

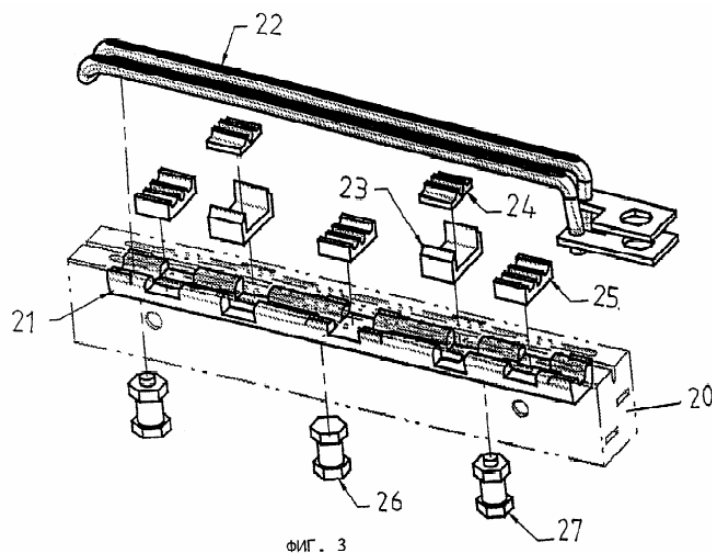


Рисунок 4.4 – Зварювальний пристрій

5 РОЗРАХУНКИ, ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТА ОСНОВНІ ГЕОМЕТРИЧНІ РОЗМІРИ МАШИНИ

5.1 Розрахунки на міцність

5.1.1 Розрахунки шнека віброшнекового живильника на міцність

Вихідні дані:

$$D = 0,25 \text{ м}$$

$$L = 2,5 \text{ м}$$

$$d = 0,08 \text{ м}$$

$$d_0 = 0,09 \text{ м}$$

передана потужність $N = 4 \text{ кВт}$

Перевірка запроєктованих на підставі попередніх розрахунків розмірів шнека і визначення максимального прогину.

На шнек діє сила P_{oc} , кр. момент $M_{кр}$ і рівномірно розподілене навантаження q від дії власної ваги гвинта. Сили P_{oc} и q викликають прогин шнека f .

Визначимо максимальний об. момент, діючий на шнек:

$$M_{кр. \max} = 9736 \cdot \frac{N}{n} = 9736 \cdot \frac{4}{120} = 324,53 \text{ Нм}$$

Осьова сила, яка діє на шнек:

$$T_{oc} = \frac{2 \cdot M_{кр.}}{D} \cdot \operatorname{tg} \varphi = \frac{2 \cdot 324,53}{0,25} \cdot \operatorname{tg} 40 = 3630,84 \text{ Н}$$

де φ – кут нахилу гвинтової лінії шнека;

D – діаметр шнека.

Власна вага черв'яка:

$$G = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot L \cdot \rho \cdot g = \frac{3,14 \cdot (0,08^2 - 0,047^2)}{4} \cdot 1,11 \cdot 1200 \cdot 9,8 = 5966,09 \text{ Н}$$

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{G}{L} = \frac{5966,09}{1,11} = 1217,57 \text{ Н/м}$$

Полярний момент інерції, для розрахунку використана мова програмування Basic:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4 (1 - \alpha^4)}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,08^4 (1 - 0,94^4)}{64} = 6,72 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

де d – діаметр осердя,

α – відношення,

$$\alpha = \frac{d_0}{d} = \frac{0,08}{0,09} = 0,94$$

Площа небезпечного перетину перехід циліндру у нарізку, для розрахунку використана мова програмування Basic:

$$F = \frac{\pi \cdot (D^2 - d_0^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,25^2 - 0,08^2)}{4} = 15,93 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Радіус інерції:

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{6,72 \cdot 10^{-8}}{15,93 \cdot 10^{-3}}} = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Ступінь жорсткості черв'яка:

$$\lambda = \frac{M \cdot L}{i} = \frac{324,53 \cdot 2,5}{2,05 \cdot 10^{-3}} = 775,7 \cdot 10^3$$

Полярний момент опору, для розрахунку використана мова програмування Basic:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3 (1 - \alpha^3)}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,025^3 (1 - 0,94^3)}{32} = 2,08 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Дотичні напруги:

$$\tau = \frac{M_{кр.}}{W} = \frac{324,53}{2,08 \cdot 10^{-6}} = 156,02 \text{ МПа}$$

Нормальні напруги:

$$\sigma_{ос.} = \frac{T_{ос.}}{F} = \frac{3630,84}{15,93 \cdot 10^{-3}} = 0,23 \text{ МПа}$$

Еквівалентна напруга:

$$\sigma_{eIII} = \sqrt{\sigma_{cm.}^2 + 4\tau^2} = \sqrt{0,23^2 + 4 \cdot 156,02^2} = 312,04 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$n = \frac{\sigma_{тек.}}{\sigma_e} = \frac{850}{312,04} = 2,7$$

де $\sigma_{тек.}$ - границя текучості, $\sigma_{тек.} = 850$ МПа для сталі 38МЮА

$$\kappa = \sqrt{\frac{T_{oc}}{E \cdot I}} = \sqrt{\frac{3630,84}{2 \cdot 10^{11} \cdot 6,72 \cdot 10^{-8}}} = 0,52$$

$$A = \frac{q \left[L - \frac{1}{\kappa} \sin(\kappa L) \right]}{\kappa \cdot \cos(\kappa L)} = \frac{1217,57 \left[1,11 - \frac{1}{0,52} \cdot \sin(0,52 \cdot 1,11) \right]}{0,52 \cdot \cos(0,52 \cdot 1,11)} = 11284$$

$$\delta = \frac{1}{E \cdot I} \left[\frac{q}{\kappa^2} \left(\frac{1}{\kappa^2} + \frac{L_p}{2} \right) - \frac{1}{\kappa} \left(\frac{q}{\kappa^3} + A \cdot L_p \right) \cos(\kappa L_p) - \frac{1}{q} \left(\frac{q L_p}{\kappa} - A \right) \sin(\kappa L_p) \right] = \frac{1}{2 \cdot 10^{11} \cdot 6,72 \cdot 10^{-8}}$$
$$\left[\frac{1217,57}{0,52^2} \left(\frac{1}{0,52^3} + \frac{1,11}{2} \right) - \frac{1}{0,52} \left(\frac{1217,57}{0,52^3} + 11284 \cdot 1,11 \right) - \frac{1}{0,52} \left(\frac{1217,57 \cdot 1,11}{0,52} - 11284 \right) \right] =$$
$$= 7 \text{ мм} = 0,007 \text{ м.}$$

$$\delta \leq \delta_{зад.},$$

$$\delta_{зад} = 0,015 \text{ мм з геометрії шнека.}$$

$$0,007 \leq 0,015$$

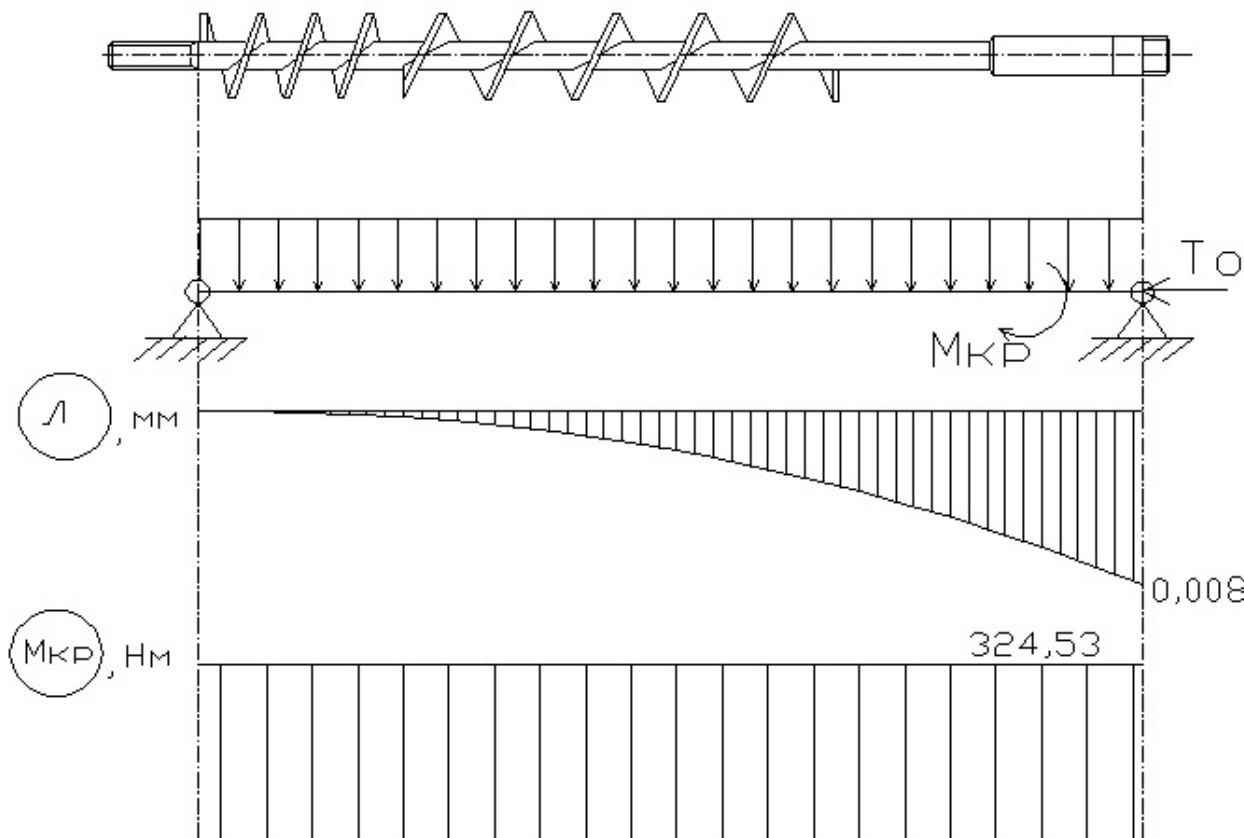


Рис. 1.1.Схема навантаження шнеку

5.2. Кінематичні та параметричні розрахунки

5.2.1.Кінематичний розрахунок приводу відвідного конвеєру пакувального автомату

При заданій потужності N_2 вихідного валу необхідна пот. Двигуна:

$$N_{\text{дв}}^{\text{н}} = N_2 / \eta,$$

де η – ККД привода рівний добутку ККД;

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^2,$$

де η_1 – ККД муфти=0/99;

η_2 – ККД передачі=0/96-0/98;

η_3 – ККД підшипників кочення=0.995;

Частоту об. електродвигуна вибирають так, щоб передаточне число окремих передач було оптимальним. Отже передаточне число зубчатих передач

$$u_{\text{опт}} = \frac{n_1}{n_2}$$

де n_1 – асинхронна частота об. електродвигуна, об/хв.;

n_2 – частота об. вихідного валу, об/хв. = 70;

По формулі розраховуємо ККД привода:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^2 = 0,99 \cdot 0,96 \cdot 0,995^2 = 0,94$$

де $\eta_1 = 0.99$; $\eta_2 = 0.96$; $\eta_3 = 0.995$;

та необхідну потужність двигуна

$$N_{\text{дв}}^{\text{н}} = N_2 / \eta = 1 / 0,94 = 1,07 \text{ кВт};$$

Приймаємо - 1,1 кВт

Орієнтовна частота об. Двигуна.

Оптимальне передаточне число одноступеневого редуктора з циліндричними прямозубими колесами 2...7.5. Тоді по формулі:

$$u_{\text{дв}}^{\text{ор}} = n_2 \cdot u = 70 \cdot 2 = 140 \text{ об/хв.}$$

Вибір електродвигуна.

По каталогу вибираємо асинхронний електродвигун з такими параметрами:

Тип двигуна: АИР71В2

Потужність: $N_{\text{дв}} \approx 1,1 \text{ кВт}$;

Частота обертання: $n_{\text{дв}} = 175 \text{ об/хв}$;

Діаметр вихідного вала двигуна: $d_{\text{дв}} = 40 \text{ мм}$.

Передаточне число редуктора:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = 175 / 70 = 2,5;$$

Потужність на валах приводу:

$$N_2 = 1 \text{ кВт};$$

$$N_1 = N_2 / \eta = 1 / 0.94 = 1,1 \text{ кВт};$$

Частота обертання валів :

$$n_1 = 175 \text{ об/хв};$$

$$n_2 = 70 \text{ об/хв};$$

Кутові швидкості на валах:

$$\omega_1 = \pi n_1 / 30 = (3.14 \cdot 175) / 30 = 21,2 \text{ рад/с};$$

$$\omega_2 = \pi n_2 / 30 = (3.14 \cdot 70) / 30 = 12,4 \text{ рад/с};$$

Крутні моменти на валах редуктора:

$$T_1 = N_1 / \omega_1 = 1,1 \cdot 10^3 / 21,2 = 52,2 \text{ Н·м};$$

$$T_2 = N_2 / \omega_2 = 1 \cdot 10^3 / 12,4 = 104,4 \text{ Н·м};$$

Розрахунок зубчатої передачі:

Визначаємо міжосьову відстань з умови контактної витривалості активних поверхонь зубців:

$$a_w = K_a \cdot (U + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_3 \cdot K_{HB}}{[\sigma_H]^2 \cdot U^2 \cdot \psi_{ba}}},$$

де K_{HB} - коефіцієнт, враховуючий нерівномірність розподілення навантаження по ширині вінця, $K_{HB} = 1,25$;

ψ_{ba} - коефіцієнт ширини вінця по міжосьовій відстані, $\psi_{ba} = 0,8$

$$a_w = 43 \cdot (2 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{412 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{410^2 \cdot 2^2 \cdot 0,8}} = 133 \text{ мм}$$

Вибираємо значення міжосьової відстані зі стандартного ряду

$a_w = 160 \text{ мм}$ Визначаємо нормальний модуль зачеплення:

$$m_H = (0,01 \div 0,02) \cdot a_w,$$

$$m_H = 0,01 \cdot 160 \div 0,02 \cdot 160 = 1,6 \div 3,2 .$$

Приймаємо стандартне значення модуля $m_H = 2$,

Попередньо приймаємо кут нахилу зубців $\beta = 30^\circ$

Визначаємо число зубців шестірні і колеса:

$$Z_1 = \frac{2a_w \cdot \cos \beta}{(U + 1) \cdot m_H},$$

$$Z_1 = \frac{2 \cdot 160 \cdot 0,866}{(2+1) \cdot 2} = 60,2$$

Приймаємо $Z_1 = 60$, тоді:

$$Z_2 = Z_1 \cdot U,$$

$$Z_2 = 60 \cdot 2,5 = 150$$

Приймаємо $Z_2 = 150$

Основні розміри шестерні і колеса, діаметри ділильні:

$$d_1 = \frac{m_H}{\cos \beta} \cdot Z_1,$$

$$d_1 = \frac{2}{0,859} \cdot 60 = 91 \text{ мм}$$

$$d_2 = \frac{m_H}{\cos \beta} \cdot Z_2,$$

$$d_2 = \frac{2}{0,859} \cdot 150 = 229 \text{ мм}$$

діаметри вершин зубців:

$$d_{a_1} = d_1 + 2 \cdot m_H,$$

$$d_{a_1} = 91 + 2 \cdot 2 = 95 \text{ мм}$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2 \cdot m_H,$$

$$d_{a_2} = 229 + 2 \cdot 2 = 233 \text{ мм}$$

ширина колеса:

$$b_2 = \psi_{\text{ва}} \cdot a_W = (0,5 \div 1) \cdot a_W,$$

$$b_2 = 0,5 \cdot 160 \div 1 \cdot 160 = 80 \div 160 \text{ мм}, \text{ приймаємо } b_2 = 80$$

ширина шестерні:

$$b_1 = b_2 + 5,$$

$$b_1 = 80 + 5 = 85 \text{ мм}.$$

5.2.2. Розрахунки параметрів шнека віброшнекового живильника

Гвинтовий живильник використовують для рівномірної подачі порошкоподібних матеріалів. Живильник складається з металевого циліндричного корпусу, всередині якого обертається шнек.

Вихідні дані:

$$L = 2,5 \text{ м} - \text{довжина шнекового живильника};$$

Продуктивність гвинтового живильника розраховується за формулою:

$$P_v = 3600 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} S \cdot n \cdot \psi \text{ м}^3/\text{год}$$

де D – діаметр гвинта, м

S – крок гвинта, м

n – число обертів валу, об/сек

ψ – коефіцієнт заповнення корпуса, при подачі шматкових матеріалів.

При подачі цементу під напором $\psi = 1$

$$P_v = 3600 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} 0,2 \cdot 1,5 \cdot 1 = 52,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кут нахилу $\beta = 0^\circ$

Вантаж що транспортується – сухий цемент;

Найбільше значення $n_{\text{в.м}}$ визначаємо за формулою:

$$n_{\text{в.м.}} = \frac{A}{\sqrt{D}} = \frac{45}{\sqrt{250}} = 85 \text{ об/хв}$$

де A – розрахунковий коефіцієнт, для цементу $A=45$

Розрахунок геометрії шнеку:

$$S = 0,8 D = 0,8 \cdot 0,25 = 0,2 \text{ м}$$

У розроблюваній машині проектуємо змінний крок, збільшуючи його значення у напрямку вивантаження матеріалу, для забезпечення кращої роботи, і уникнення явища ущільнень між витками шнека.

Кут нахилу витка по ГОСТ 2037-65 вибираємо $40-45^\circ$

Зовнішній діаметр шнека, D розрахований – розраховуємо внутрішній діаметр витка шнека за формулою:

$$d_o = \frac{(D - d) \sqrt{S^2 + (\pi d)^2}}{\sqrt{S^2 + (\pi D)^2} - \sqrt{S^2 + (\pi d)^2}} =$$
$$\frac{(0,25 - 0,07) \sqrt{(0,2)^2 + (3,14 \cdot 0,08)^2}}{\sqrt{(0,2)^2 + (3,14 \cdot 0,25)^2} - \sqrt{(0,2)^2 + (3,14 \cdot 0,08)^2}} = 0,09 \text{ м}$$

де d – діаметр вала шнека, $d = 0,08 \text{ м}$

Потужність:

$$N_0 = \frac{n_y \cdot \Pi}{367} (L \cdot \omega_0 \pm H)$$

$$N_0 = \frac{1,4 \cdot 500}{367} (2,5 \cdot 4 + 0) = 5,6 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна:

$$N_p = \frac{N_0}{\eta_m} = \frac{5,6}{0,8} = 7 \text{ кВт}$$

5.2.3. Розрахунок приводу шнека

Підбираємо електродвигун серії

4А ГОСТ 1923-81:

Номінальна потужність $N_{\text{ном}} = 7 \text{ кВт}$

Частота обертання при номінальному навантаженні $n_{\text{ном}} = 730 \text{ об/хв}$

Передаточне відношення привода:

$$U = n_{\text{ном}} / n_T = 730 / 90,28 = 8,09$$

де частота обертання тихохідного вала редуктора -

$$n_T = 60v / (\pi D) = 60 \cdot 1,3 / (\pi \cdot 0,275) = 137,6 \text{ об/хв}$$

Фактичне передаточне відношення редуктора

$$U_\phi = U_p \cdot U_k = 3,55 \cdot 2,24 = 7,95 \approx U$$

Дійсні частоти обертання валів редуктора:

$$n_6 = n_{\text{ном}} / U_k = 730 / 2,24 = 325,89 \text{ об / хв}$$

$$n_T = n_6 / U_p = 325,89 / 3,55 = 91,80 \text{ об / хв}$$

5.2.4. Параметричні розрахунки вібратора

Число об. вала вібратора:

$$n \geq \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g \cos \alpha}{\pi^2 \cdot r}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{9,8 \cdot \cos 15^\circ}{3,14^2 \cdot 0,002}} = 11,1 \text{ об/с}$$

де r - амплітуда вібрації, за дослідними даними $r = (1 \dots 3) 10^{-3}$.

Приймаємо: $r = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

$$n = 25 \text{ об/с}$$

Приймаючи амплітуду вібрації $r = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ визначаємо дебалансний момент:

$$m_g \cdot r_1 = (m_m + m_{p.c}) \cdot r, \text{ звідси}$$

Розрахувавши маси рами та бункеру, прийнявши конструктивно відстань від центру ваги неврівноваженої частини дебалансу до осі обертання $r_1 = 188 \text{ мм}$ отримаємо масу дебаланса:

$$m_g = \frac{(m_i + m_{p.c}) \cdot r}{r_1} = \frac{(1070 + 1057,016) \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{0,188} = 22,6 \text{ кг}$$

Потужність приводу:

$$N = 4 \pi^3 \cdot n^3 \cdot m_g \cdot r_1 \cdot d_e \cdot f / \eta_n,$$

де d_e - діаметр валу у місці встановлення підшипників, м; $d_e = 0,04 \text{ м}$

f - приведений коефіцієнт тертя ковзання підшипника, $f = 0,0025$

η_n - ККД приводу

$$\eta_n = \eta_{дв} \cdot \eta_{кл.п} \cdot \eta_{підш}^2 = 0,87 \cdot 0,96 \cdot 0,987^2 = 0,81$$

Таким чином:

$$N = \frac{4 \cdot 3,14^3 \cdot 25^3 \cdot 22,6 \cdot 0,188 \cdot 0,04 \cdot 0,0025}{0,81} = 1,014 \text{ кВт}$$

5.2.5. Кінематичні розрахунки віброшнекового живильника

На кінематичній схемі (рис. 5.2.5) вказані приводи шнека та вібратора.

Привід шнека здійснений за допомогою одноступінчатого редуктора та двох муфт.

Привід вібратора здійснений за допомогою муфти.

$N_2 = 7 \text{ кВт}$ – потужність на тихохідному валу

$n_2 = 1,9 \text{ об / с}$ – число обертів на тихохідному валу

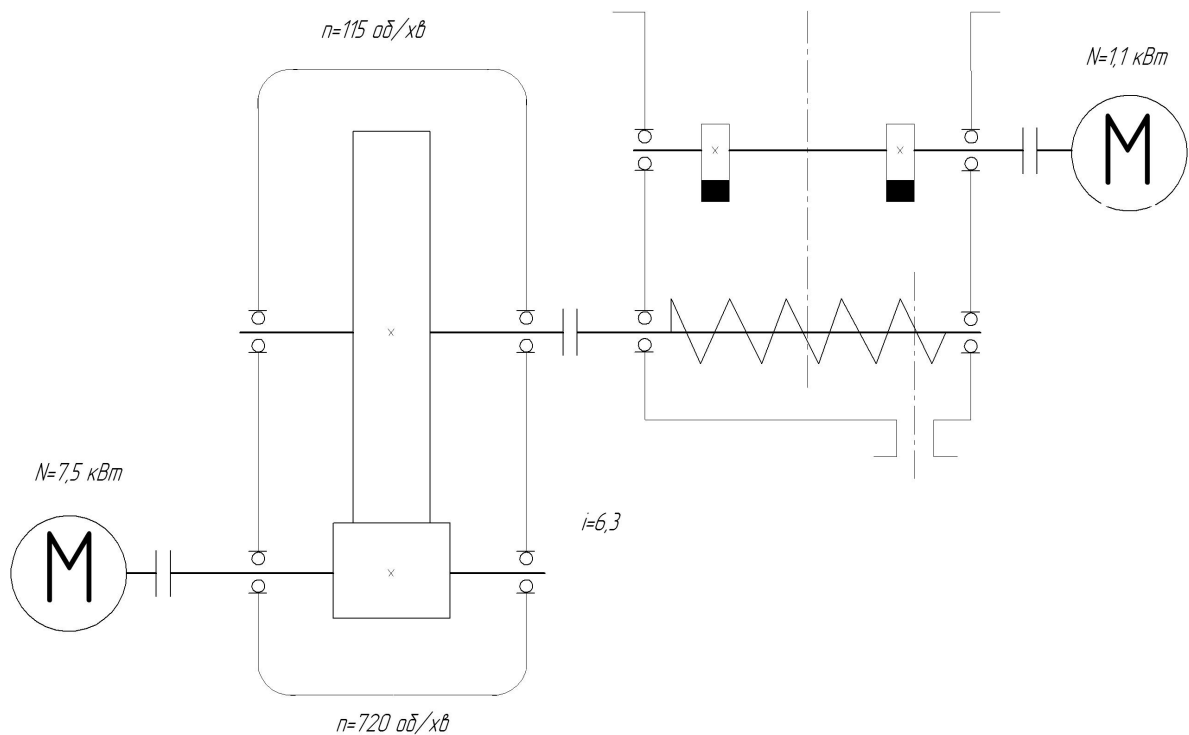


Рис.5.2.5 Кінематична схема

Вибираємо редуктор горизонтального розташування.

Для наближеного визначення ККД редуктора, прийmemo орієнтовно ККД однієї пари зубчастих коліс при роботі в масляній ванні $\eta_3=0.98$, а також однієї пари підшипників кочення $\eta_n=0.99$.

Тоді ККД редуктора буде рівний:

$$\eta = \eta_3 \eta_n^2 = 0.98 \cdot 0.99^2 = 0.96$$

Потужність на ведучому валу:

$$N_1 = \frac{N_2}{\eta} = \frac{7}{0.96} = 7,3 \text{ кВт}$$

Тип вибраного двигуна залежить від призначення і умов роботи приводу, що проектується. Самі поширені у всіх галузях промисловості є трифазні асинхронні електродвигуни загального призначення. Вони ж, як

правило, застосовуються в приводах заг. призначення, якщо не обумовлені особливі вимоги до двигуна. Двигуни випускаються з підвищеним пусковим моментом. По каталогу вибираємо двигун найближчий по потужності (але не менший, ніж необхідний, по розрахунку) і з такою частотою об., щоб передавальне число відповідало двоступінчатому редуктору. Вибираємо трифазний асинхронний електродвигун типу 4А загального застосування з короткозамкненим ротором, що обдувається, характеристика якого:

- номінальна потужність $N=7,5$ кВт
- число обертів $n=12$ об/с

Вибір передавального числа редуктора: $i = \frac{n_1}{n_2}$,

де n_1 – число обертів швидкохідного вала, об/с

n_2 – число обертів тихохідного вала, об/с

$$i = \frac{12}{1,9} = 6,26$$

Відповідно до стандарту, приймаємо: $i = 6,3$

Похибка передавального числа:

$$\delta_i = \left(\frac{6,3 - 6,26}{6,3} \right) \cdot 100\% = 0,63\% < 4\%$$

що не перевищує допустимого значення.

Уточнюємо число обертів вихідного вала

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{720}{6,3} = 1,9 \text{ об/с}$$

5.2.6. Параметричні розрахунки пакувального автомату

Визначення технічної продуктивності фасувальних машин для сипучих продуктів та штучних виробів здійснюється з урахуванням внецикловие витрат часу на допоміжні операції і випуск дефектної продукції.

Технічна продуктивність Π (кг/ год) машин багатопозиційних і з пакето-формуєчими пристроями для фасування сипучих продуктів та штучних виробів визначається за наступною формулою:

$$\Pi = 100gnK_{\Pi}K_yK_nK_o,$$

де g - маса дози продукту або штучного виробу, кг,

n - максимальне число робочих циклів в хвилину за паспортом машини;

K_n - коефіцієнт корисної дії дозуючого пристрою або живильника ($K_n = 0,95 \dots 1,0$);

K_y - коефіцієнт, що враховує втрати часу на заправку пакувальних матеріалів ($K_y = 0,92 \dots 0,96$);

K_i - коефіцієнт, що враховує сипучість та інші структурно-механічні властивості фасованого продукту ($K_i = 0,90 \dots 1,0$);

K_o - коефіцієнт, що враховує випуск дефектної продукції ($K_o = 0,90 \dots 0,98$).

$$\Pi = 100 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 1800 \text{ /Год}$$

5.2.7. Параметричний розрахунок пневмоциліндрів дозатора

Тиск повітря в магістралі:

$$P_M = 0,4 \text{ МПа};$$

Хід виконавчого механізму:

$$S = 0,05 \text{ м};$$

час спрацювання механізму:

$$T = 5 \text{ с};$$

ефективна площа вхідного отвору:

$$f_r = 4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

початкова і приведена координати поршня:

$$x_{01} = x_{02} = 0,01 \text{ м};$$

зусилля необхідне для піднімання продукції:

$$P_{руш} = 125 \text{ Н};$$

Необхідне зусилля визначаємо за формулою:

$$P_{руш} = F_k \cdot P_m;$$

P_m -робочий тиск у пневмоциліндрі. Звідси:

$$F_k = P_{руш} / P_m = 125 / 0,4 \cdot 10^2 = 3,125 \text{ см}^2;$$

Виходячи з величини значення F_k підбираємо діаметри поршня і штока:

$$F_{ш} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ мм}^2;$$

$$F_{пн} = F_k + F_{ш} = 3,125 + 78,5 = 81,625 \text{ мм}^2;$$

Діаметр поршня:

$$D_{п} = \sqrt{\frac{4 F_{пн}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 81,625}{3,14}} = 10,2 \text{ мм};$$

Приймаємо $D_{п} = 32 \text{ мм}$

Розраховуємо площу робочої поверхні поршня:

$$F_{п1} = \frac{\pi D_{п}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 0,0008 \text{ м}^2;$$

штока:

$$F_{ш} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,000785 \text{ м}^2;$$

Площа вихлопної порожнини:

$$F_{п2} = F_{п1} - F_{ш} = 0,0008 - 0,000785 = 0,000015 \text{ м}^2;$$

Маса рухомих частин пневмопривода 0,4 кг.

5.2.8. Параметричний розрахунок пневмоциліндрів зварних пристроїв

Вибираємо одноштоковий пневмоциліндр

Тиск повітря в магістралі:

$$P_m = 0,4 \text{ МПа}$$

Визначення основних параметрів пневмоциліндрів

$$L = 0,1 \text{ м}$$

$$a=4\text{м/с}^2$$

Де L-довжина ходу поршня.

де a -пришвидчення,вибираємо з довідника

Швидкість прямого і зворотнього ходу поршня визначається за формулою:

$$V = 0.5 \cdot \sqrt{a \cdot L} = 0.316 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Діаметр поршня визначається за формулою:

$$D = k_{\text{зап}} \cdot \sqrt{4 \cdot \frac{F}{P \cdot \pi \cdot \eta}} = 0.023.$$

Де- F-140 Н

де, $K_{\text{зап}}$ - коефіцієнт запасу ($K_{\text{зап}} = 1,15 \dots 1,25$);

$\eta = 0,85$ - к.к.д. пневмоциліндра.

Приймаємо D=40 мм

Діаметр штока d=18 мм

Зусилля ($F_{\text{пр}}$) та швидкість ($v_{\text{пр}}$) штока циліндра при прямому ході

$$F_{\text{пр}} = F = 140 \text{ Н}.$$

S_1, S_2 - площа поршня з безштокової та штокової сторони

$$S_1 = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 1.257 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$S_2 = \pi \cdot \frac{(D^2 - d^2)}{4} = 1.002 \cdot 10^{-3}$$

($F_{\text{зв}}$) та швидкість зусилля ($v_{\text{зв}}$) штока циліндра при зворотньому ході :

$$F_{\text{зв}} = k_{\text{зв}} \cdot P \cdot S_1 \cdot \eta_{\text{ц}} = 60.826 \text{ Н}$$

Де- $\eta_{\text{ц}} = 0.85$

5.3. Теплові розрахунки

5.3.1. Розрахунок нагрівального елемента для термозварних пристроїв

Потужність нагрівального елемента, по-перше, повинна забезпечити швидке нагрівання термозварного пристрою (ножа, ролика або губки) при пуску машини, по-друге, бути достатньою для підтримки його необхідної температури при роботі машини.

Розрахунок потужності нагрівального елемента N_n (кВт) при виході машини на робочий режим можна виконати за такою формулою:

$$N_n = Q / \tau, = 264/15=17,6 \text{ кДж}$$

де Q - кількість необхідної теплоти, кДж;

τ - максимально допустима тривалість пуску машини (зазвичай $\tau = 15$ хв).

Необхідна теплота Q (кДж) витрачається на підвищення температури термозварного пристрою і частково втрачається за рахунок променистого і конвективного теплообміну з навколишнім середовищем:

$$Q = 1,2Mc(t_k + t_o),$$

де 1,2 - коефіцієнт теплових втрат при розігріві,

M - маса термосварюваного пристрою ($M = 1,0 \dots 2,0$ кг),

c - питома теплоємність сталі ($c = 0,5$ кДж / (кг \times К)) ;

t_o, t_k - відповідно початкова і кінцева температури пристрою ($t_o = 20^\circ \text{C}$, $t_k = 200^\circ \text{C}$).

$$Q = 1,2 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot (200 + 20) = 264 \text{ кДж}$$

Потужність N_p (кВт) нагрівального пристрою при роботі машини розраховується за формулою:

$$N_p = [1,4P_{\max} M_m c_m (t_c - t_n)] / 3600m,$$

де 1,4 - коефіцієнт теплових втрат при роботі машини;

P_{\max} - максимальна продуктивність машини, кг / год;

m - маса продукту в упаковці, кг;

Mm - маса пакувального матеріалу, що знаходиться в зоні зварювання (зазвичай $Mm = 0,002$ кг);

c_m - питома теплоємність пакувального матеріалу ($c_m = 1,6$ кДж / (кг × К));

t_n, t_c - відповідно початкова температура пакувального матеріалу і необхідна температура зварного шва ($t_n = 20$ ° С, $t_c = 170$ ° С).

$$N_p = 1,4 \cdot 1800 \cdot 0,003 \cdot 1,6 \cdot (170 - 20) / 3600 \cdot 5 = 0,1 \text{ кВт}$$

Необхідна мінімальна потужність нагрівального елемента $N_p = 0,1$ кВт

6 ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

При виконанні розділу «Технологія монтажу та експлуатації» магістерської дисертації було розроблено технологічні процеси.

1. Технологія складання вузла

1.1. Креслення пневмоциліндра

1.2. Подетальна специфікація пневмоциліндра

1.3. Схема збирання пневмоциліндра

1.4. Операційна карта збирання пневмоциліндра

2. Монтаж дозатора на фундаменті

2.1. План-схема розміщення фундаментних болтів

2.2. Карта ескізів монтажу дозатора

2.3. Операційна карта монтажу дозатора

3. Експлуатація машини

3.1. Схема дозатора

3.2. Таблиця змащення дозатора

Література

Перв. примеч.	Л81.073164.005-90СК			
Стр. №				
Подп. и дата	Инв. №	Взам. инв. №	Инв. №	Подп. и дата
Инв. №	Л81.073164.005-90СК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Ищенко Т.В.			
Пров.	Борщук С.О.			
Т.контр.	Казак Ю.			
Н.контр.				
Утв.	Панов Е.М.			
Пневмоцилиндр		Лит.	Масса	Масштаб
		7	1:2	
		Лист	Листов	1
		НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського		
Копіював		Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.						
				Документація		
			ЛЧ81.073164.005-90СК	Креслення складальне		
				Деталі		
Спроб. №		1	ЛЧ81.073164.005.01-90	Кришка задня	1	СЧ 18
		2	ЛЧ81.073164.005.02-90	Гільза	1	Сталь 35
		3	ЛЧ81.073164.005.03-90	Поршень	1	СЧ 24
		4	ЛЧ81.073164.005.04-90	Втулка	1	Бронза
		5	ЛЧ81.073164.005.05-90	Кришка передня	1	СЧ 18
		6	ЛЧ81.073164.005.06-90	Фланець	1	Сталь Ст3
		7	ЛЧ81.073164.005.07-90	Шток	1	Сталь Ст3
				Стандартні вироби		
		8		Гвинт 2 М6х12 ГОСТ 1491-72	4	
		9		Гайка М12 ГОСТ 5927-70	4	
		10		Гайка М20 ГОСТ 5927-70	1	
		11		Кільце 018-022-40-1-3 ГОСТ 9833-73	1	
		12		Кільце 120-125-30-2-3 ГОСТ 9833-73	2	
		13		Кільце 115-125-50-2-3 ГОСТ 9833-78	1	
		14		Манжета 30х50 ГОСТ 6969-54	1	
		15		Шайба 12 65Г ГОСТ 6402-70	4	
		16		Шайба 3.20 ГОСТ 13465-68	1	
		17		Шпилька АМ12х110 ⁽⁵⁾ ГОСТ 11765-66	4	
				</		

Инв. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № д/д

Подп. и дата

```

graph TD
    1((1)) --> A[Листоводство  
4]
    A --> B[Листоводство  
4]
    B --> C[Листоводство  
4]
    
```

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

ЛУ81.073164.04-90ТЕ

Копирован

Лист

Формат

А4

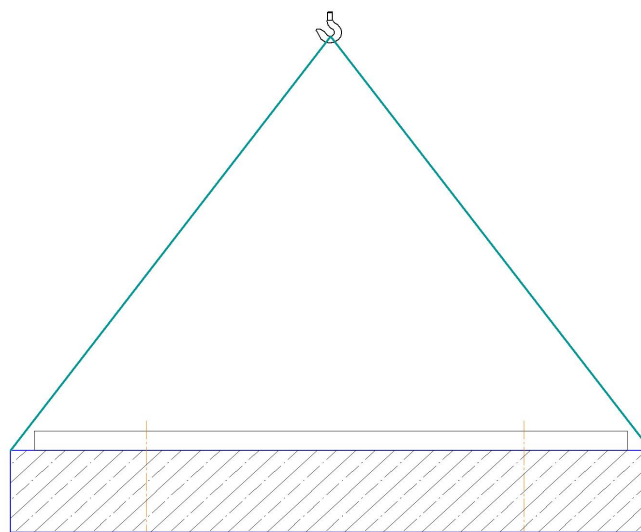
Инв. № дубл.		Підпис і дата		Взам. інв. №		Инв. № дубл.		Підпис і дата							
				Операційна карта слюсарних, слюсарно - складальних та електромонтажних робіт											
№ цеха	№ участка	№ роб. міс.	№ опер.	НАЙМЕНУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ							Обладнання (найменування, модель)				
				Збирання пневмоциліндра											
№ пере	Зміст переходу								Технологічний режим		Пристосування (код та найменування)		Інструмент (код та найменування)		Т _о
1	Перед збиранням всі деталі очистити та змастити мастилом														30 хв
2	В кришку задню 1 встановлюємо кільце 12								Задня кришка 1						3 хв
									Кільце 12						
3	В гільзу 2 пневмоциліндра задню кришку 1 в зборі								Гільза 2						2 хв
									Задня кришка 1						
4	На поршень 3 встановлюємо кільце 13								Поршень 3						3 хв
									Кільце 13						
5	На шток 7 встановлюємо кільце 11								Шток 7						3 хв
									Кільце 11						
6	У поршень 3 встановлюємо шток 7								Поршень 3						2 хв
									Шток 7						
7	На шток 7 встановлюємо шайбу 16 та загвинчуємо гайкою 10								Шток 7				Ключ гайковий		6 хв
											Розроб.	Іващенко Т.В.			Арк.
											Перев.	Борщук С.			
															Аркуш ів
		Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вим.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Н. Контр.			

Инв.№ дубл.	Підпис і дата	Взам. інв.№	Инв. № дубл.	Підпис і дата									
Збирання пневмоциліндра				Номер операц.									
Номер переход	Зміст переходу					Технологічний режим		К-кість	Пристосування (код та найменування)		Інструмент (код та найменування)		Т _о
						Шайба 16							
						Гайка 10							
						Поршень 3							
8	Шток 3 у зборі встановлюємо у гільзу 2					Шток 3							3 хв
						Гільза 2							
9	У гільзу 2 загвинчуємо шпильки 17					Гільза 2					Ключ гайковий		6 хв
						Шпилька 17							
10	У кришку передню 5 встановлюємо втулку 4					Кришка передня 5							2 хв
						Втулка 4							
11	У кришку передню 5 встановлюємо манжету 14					Кришка передня 5							2 хв
						Манжета 14							
12	На кришку передню 5 встановлюємо фланець 6 та загвинчуємо гвинтами 8					Кришка передня 5					Ключ гайковий		8 хв
						Фланець 6							
						Гвинт 8							
13	На кришку передню 5 встановлюємо кільце 12					Кришка передня 5							3 хв
						Кільце 12							
Арк.													
Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Н.Контр.			

Инв.№ дубл.	Підпис і дата	Взам. інв.№	Инв. № дубл.	Підпис і дата								
Збирання пневмоциліндра				Номер операц.								
Номер перехо	Зміст переходу				Технологічний режим	К- кість	Пристосування (код та найменування)		Інструмент (код та найменування)		Т _о	
14	Кришку передню 5 в зборі встановлюємо на гільзу 2				Кришка передня 5						3 хв	
					Гільза 2							
15	Кладемо шайби 15 та загвинчуємо гайками 9 передню кришку 5				Кришка передня 5				Ключ гайковий		8 хв	
					Шайба 15							
					Гайка 9							
	Загальний час збирання										84хв	
											Арк.	
	Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Н.Контр.	

Карта ескізів

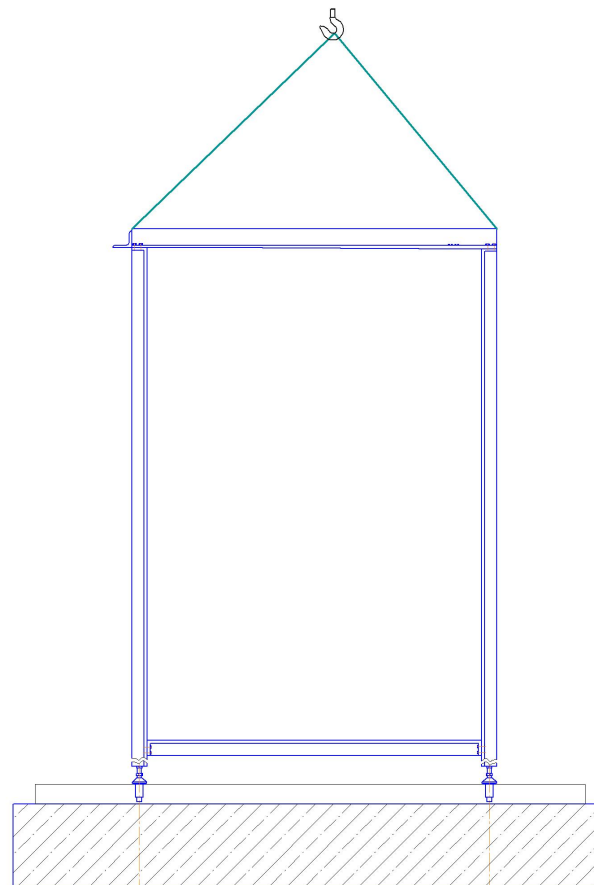
1



										Розробив	Іващенко			Арк.
										Перевірів	Борищук С.О.			
														Арк.
Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Н.Контр				

Карта ескізів

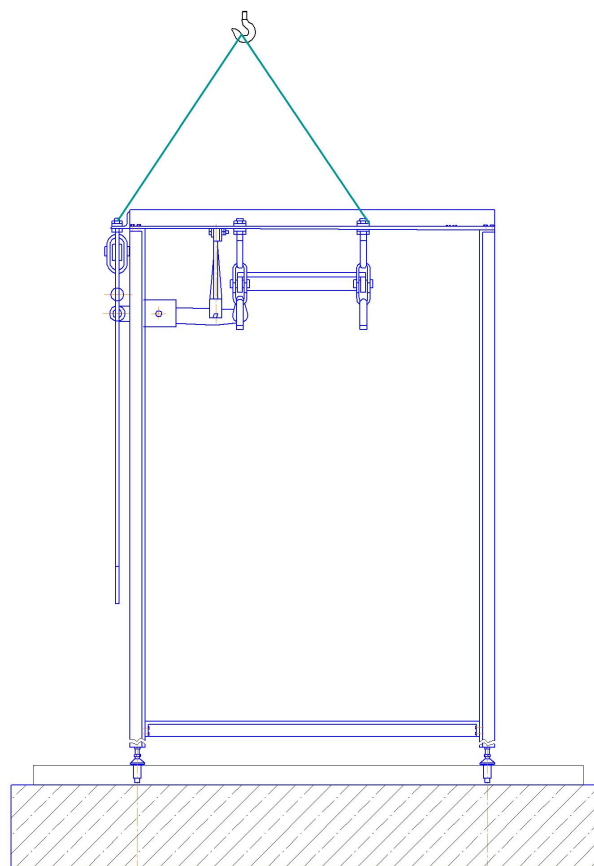
2



										Розробив	Іващенко			Арк.
										Перевірів	Борщук С.О.			
														Арк.
Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Н. Контр				

Карта ескізів

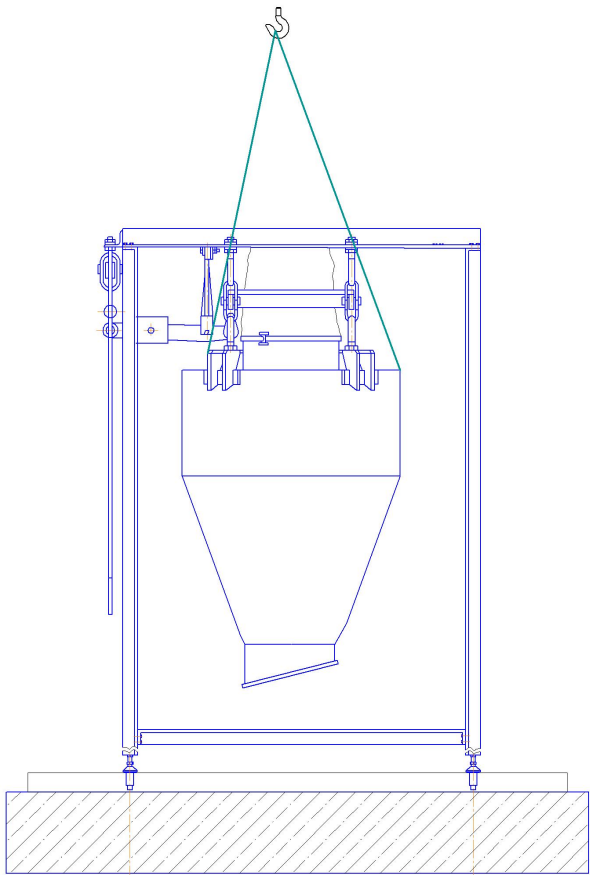
3



										Розробив	Іващенко			Арк.
										Перевірів	Борщук С.О.			
														Арк.
Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Н. Контр				

Карта ескізів

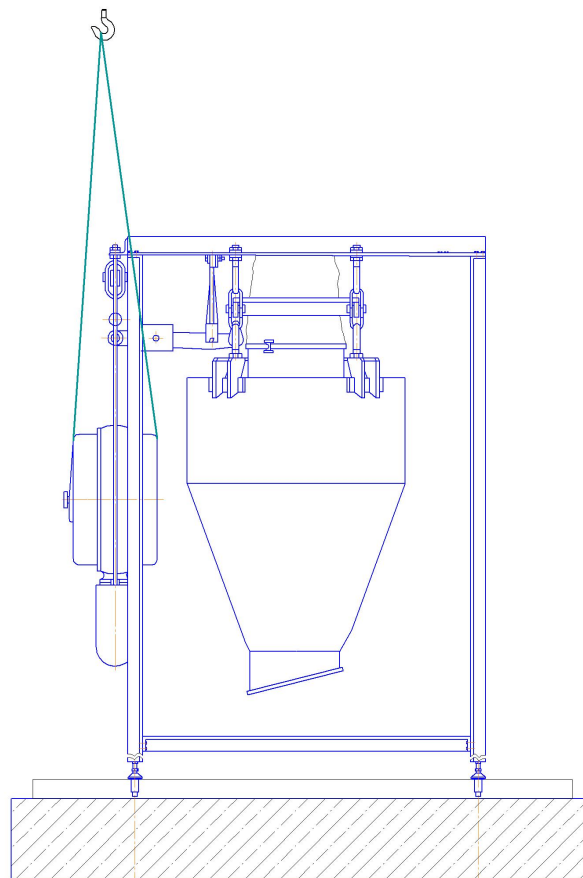
4



										Розробив	Іващенко			Арк.
										Перевірів	Борщук С.О.			
														Арк.
Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Н.Контр				

Карта ескізів

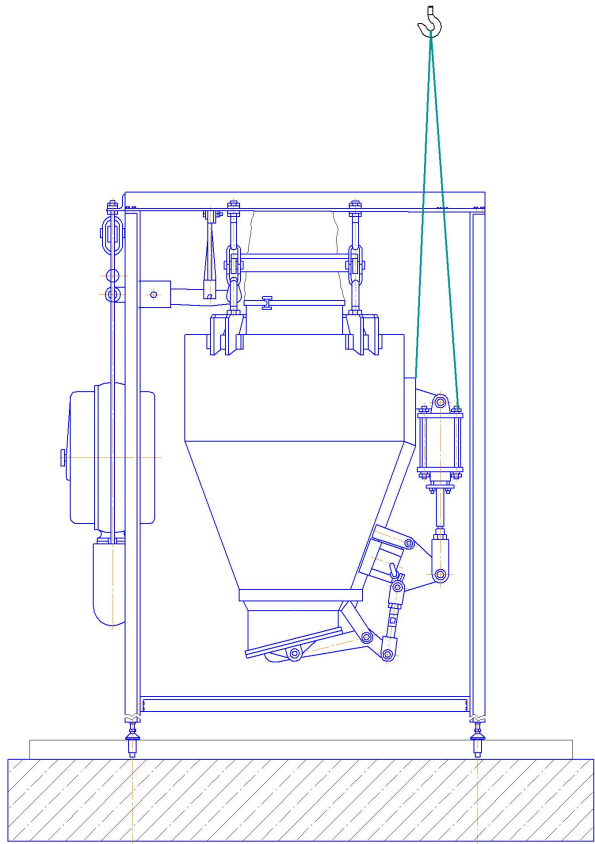
5



										Розробив	Іващенко			Арк.
										Перевірів	Борщук С.О.			
														Арк.
Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Н.Контр				

Карта ескізів

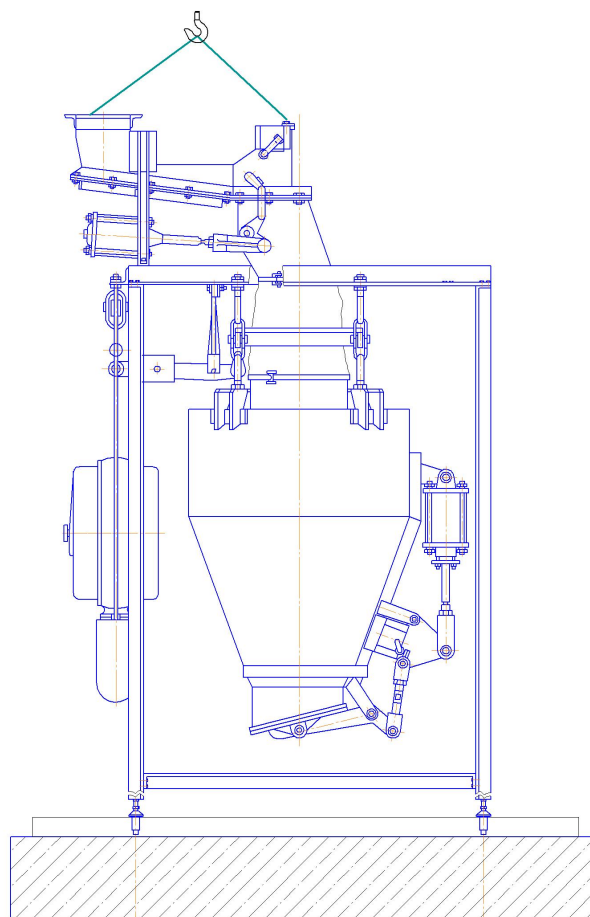
6



										Розробив	Іващенко			Арк.
										Перевірів	Борищук С.О.			
														Арк.
Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Н.Контр				

Карта ескізів

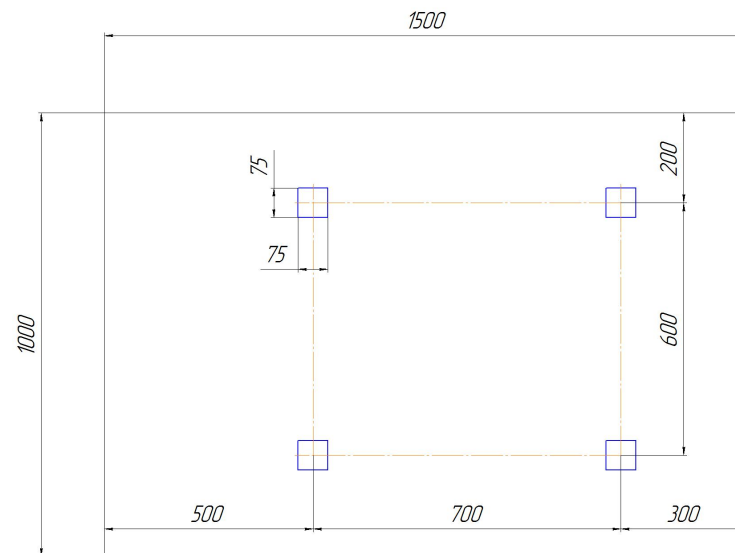
7



										Розробив	Іващенко			Арк.
										Перевірів	Борищук С.О.			
														Арк.
Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Н.Контр				

Карта ескізів

План розміщення фундаментних болтів

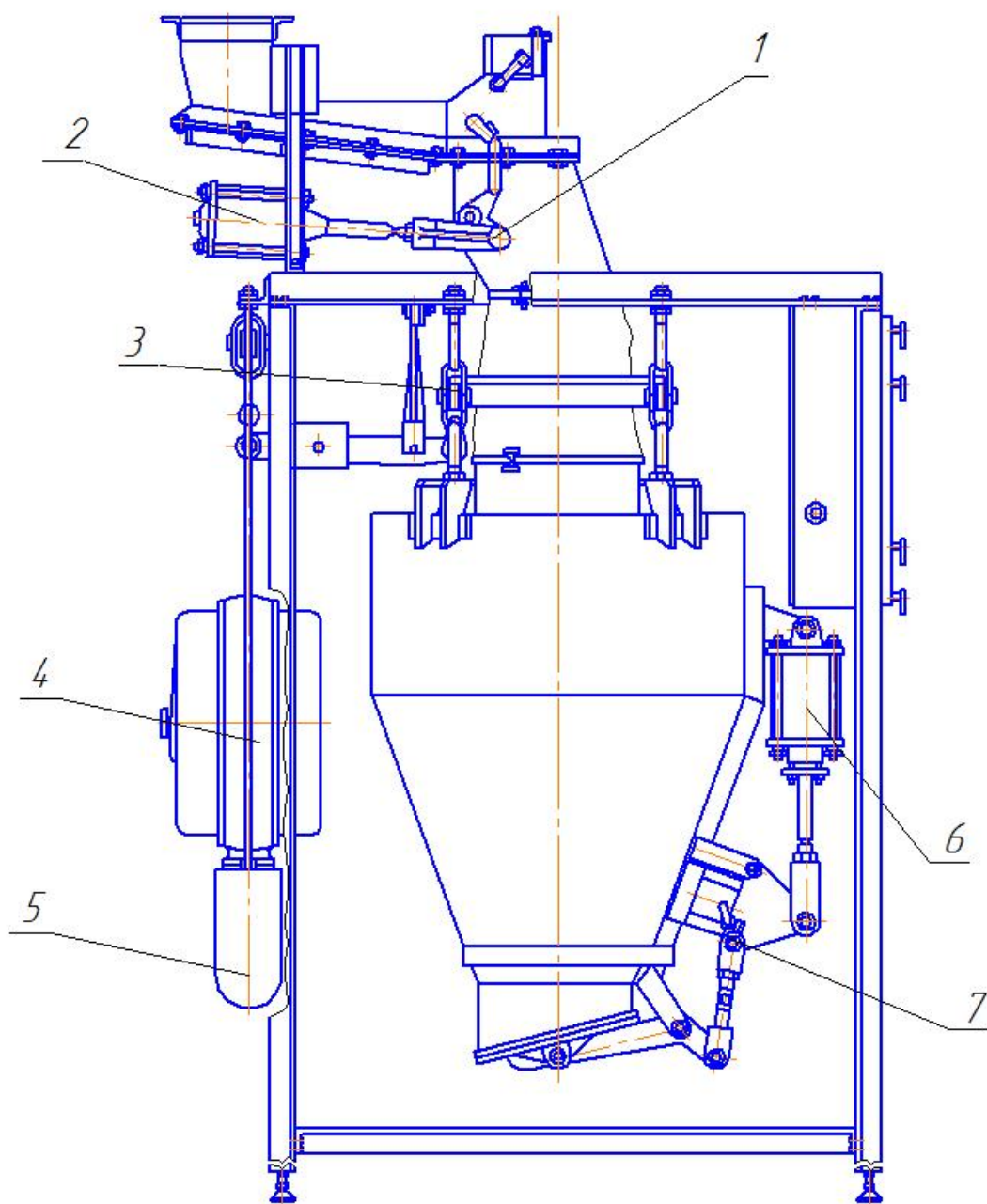


										Розробив	Іващенко			Арк.
										Перевірів	Борищук С.О.			
														Арк.
Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	#докум.	Підпис	Дата	Н.Контр				

				Операційна карта слюсарних, слюсарно - складальних та електромонтажних робіт																																																																																											
№ цеха	№ участка	№ роб. міс.	№ опер.	НАЙМЕНУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ								Обладнання (найменування, модель)																																																																																			
				Монтаж пневмоциліндра																																																																																											
№ перех	Зміст переходу								Технологічний режим		Пристосування (код та найменування)		Інструмент (код та найменування)		T _о																																																																																
1	Застропити і підняти фундаментну плиту								Фундаментна рама		Кран підйомний				20 хв																																																																																
											Q – 5 т.																																																																																				
2	Встановити раму машини								фундамент		Кран підйомний				30 хв																																																																																
											Q – 5 т.																																																																																				
3	Встановити важільну систему								рама		Кран підйомний				40 хв																																																																																
											Q – 5 т.																																																																																				
4	Встановити бункер								важільна система		Кран підйомний				30 хв																																																																																
											Q – 5 т.																																																																																				
5	Встановити зважувальний механізм, з'єднавши його важільною системою								рама		Кран підйомний				40 хв																																																																																
											Q – 5 т.																																																																																				
6	Встановити випускний механізм								бункер		Кран підйомний				1 год																																																																																
											Q – 5 т																																																																																				
<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Розроб.</td><td>Іващенко Т.В.</td><td></td><td></td><td>Арк.</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Перев.</td><td>Борщик С..</td><td></td><td></td><td>1</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Аркушів</td> </tr> <tr> <td>Вим.</td><td>Аркуш</td><td>№ докум.</td><td>Підпис</td><td>Дата</td><td>Вим.</td><td>Аркуш</td><td>№ док</td><td>Підпис</td><td>Дата</td><td>Н. Контр.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																											Розроб.	Іващенко Т.В.			Арк.												Перев.	Борщик С..			1																																Аркушів	Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вим.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Н. Контр.					
											Розроб.	Іващенко Т.В.			Арк.																																																																																
											Перев.	Борщик С..			1																																																																																
															Аркушів																																																																																
Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вим.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Н. Контр.																																																																																					

				Операційна карта слюсарних, слюсарно - складальних та електромонтажних робіт											
№ цеха	№ участка	№ роб. міс.	№ опер.	НАЙМЕНУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ								Обладнання (найменування, модель)			
				Монтаж пневмциліндра											
№ перех	Зміст переходу								Технологічний режим		Пристосування (код та найменування)		Інструмент (код та найменування)		T _o
7	Встановити впускний механізм, з'єднавши його з бункером								рама		Кран підйомний				2 год
											Q –5 т				
	Загальний час монтажу														5год 40 хв
											Розроб.	Іващенко Т.В.			Арк. 2
											Перев.	Борщик С.О.			
															Аркушів
	Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вим.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Н. Контр.				

ЛН81073164.04-90ТЕ



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дил.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛН81.073164.04-90ТЕ

Лист

Копировал

Формат А4

Таблиця змащення дозатора

№ п/п	Змащувальні вузли та деталі	Кількість точок змазки	Система змащування	Назва змащувального матеріалу, ГОСТ			Режим змащування	Масляна система, кг	Площина змазки, м ²	Витрати на 1 год, (кг)	Витрати на місяць, (кг)	Річні витрати змащувальних матеріалів, кг			Корисний обсяг збору бітуминозної маси	Кількість збору бітуминозної маси, кг/год при 80 °С
				Валюк	Валик	Аналог						на двигун при 80 °С	на роботу змазки	Всього при 80 °С		
1	Підшипник натяжної станції	4	Котачкова маслянка	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз на добу	0,2	6	0,022	2	24	0,4	24,4	-	-	
2	Підшипники приводних валів	4	Централізована для станції НРГ-М	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати через 4 години роботи	2,5	-	0,03	2,7	32,4	-	32,4	-	-	
3	Підшипники вала шатуна	2	Централізована для станції НРГ-М	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати через 4 години роботи	2,5	-	0,03	2,7	32,4	-	32,4	-	-	
4	Підшипники приводної станції	4	Закладна	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз на добу	0,2	6	0,022	2	24	-	24,4	-	-	
5	Сальникові уплотнювачі матиєжних станцій	4	Шпорева	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз на добу	-	-	0,066	0,6	7,2	-	7,2	-	-	
6	Сальникові уплотнювачі приводних станцій	4	Шпорева	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз на добу	-	-	0,066	0,6	7,2	-	7,2	-	-	
7	Підшипники жолобкових затворів	6	Шпорева	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	1 раз в 3 місяці	0,03	3	-	-	0,12	0,12	-	-	-	
8	Підшипники мизалок	8	Шпорева	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз в місяць	0,04	1	-	0,04	-	0,48	0,48	-	-	
9	Підшипники важелів мизалок	4	Шпорева	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз в місяць	0,02	1	-	0,04	-	0,24	0,24	-	-	
10	Підшипники кривошиного валу	2	Картерна розливка	Індустріальное И-50А ГОСТ 20799-75	Індус. И-40А Масло циліндр. легкое П	Контроль та долив до рівня 1 раз в 5 днів	10,8	6	0,077	1,6	19,2	21,6	40,8	0,7	15	
11	Редуктор привода ремішки	2	Картерна розливка	Індустріальное И-50А ГОСТ 20799-75	Індус. И-40А Масло циліндр. легкое П	Контроль та долив до рівня 1 раз в 5 днів	90	3	0,177	15,4	185	360	545	0,7	252	
12	Редуктор привода транспортера	2	Картерна розливка	Індустріальное И-50А ГОСТ 20799-75	Індус. И-40А Масло циліндр. легкое П	Контроль та долив до рівня 1 раз в 5 днів	90	3	0,177	15,4	185	360	545	0,7	252	
13	Муфта зубчаста привода транспортера	2	Картерна розливка	Масло циліндр. тяжке 52 ГОСТ 6411-75	Масло циліндр. легкое 38	Контроль та долив до рівня 1 раз в 5 днів	8	2	0,036	3,2	39	48	87	0,5	24	
14	Підшипники дробарки	4	Котачкова маслянка	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз на добу	0,2	6	0,022	2	24	0,4	24,4	-	-	
15	Підшипники валерних затворів	6	Котачкова маслянка	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз на добу	0,3	6	0,033	3	36	0,6	36,6	-	-	
16	Підшипники мизалок забалтання	4	Шпорева	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз в місяць	0,2	1	-	0,2	-	2,4	2,4	-	-	
17	Підшипники сортувальної ремішки	2	Котачкова маслянка	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз на добу	0,1	6	0,011	1	12	0,2	12,2	-	-	
18	Підшипники шатуна	2	Котачкова маслянка	Смазка УНИОЛ-2 ГОСТ 23510-75	Смазка Литол - 24	Змащувати 1 раз на добу	0,1	6	0,011	1	12	0,2	12,2	-	-	
19	Підшипники електроприводу привода ремішки	4	Закладна	Смазка 1-12 жировав ОСТ. 38.01.145-80	Смазка Литол - 24	Затинювати через 6 місяців	0,4	6	-	-	-	0,8	0,8	-	-	
20	Підшипники електроприводу привода транспортера	4	Закладна	Смазка 1-12 жировав ОСТ. 38.01.145-80	Смазка Литол - 24	Затинювати через 6 місяців	0,23	6	-	-	-	0,46	0,46	-	-	
21	Підшипники електроприводу дробарки	2	Закладна	Смазка 1-12 жировав ОСТ. 38.01.145-80	Смазка Литол - 24	Затинювати через 6 місяців	0,4	6	-	-	-	0,8	0,8	-	-	
22	Підшипники шпильки ролів	2	Підшипники - катковий	Індустріальное И-50А ГОСТ 20799-75	Індус. И-40А Масло циліндр. легкое П	Змащувати 1 раз в місяць	7	-	0,3	27	324	-	324	-	-	

Карта змащення дозатора

№	Змащуванні місця	Кі-сть точок змащення	Змазка	Метод змащення	Період змащення
1	Вхідний затвор	3	Змазка УС-2 ГОСТ1033-79	Запресовка	1 р.\ 6 міс.
2	Пневмоциліндр вхідного затвору	3	Масло інструментальне загального призначення І-20 ГОСТ20799-75	Обмащення	1 р.\ 3 міс.
3	Важільна система	12	Змазка УС-2 ГОСТ1033-79	Обмащення	1 р.\ 6 міс.
4	Зважувальний пристрій	5	Масло інструментальне загального призначення І-20 ГОСТ20799-75	Обмащення	1 р.\ 6 міс.
5	Привід зважувального пристрою	4	Змазка УС-2 ГОСТ1033-79	Обмащення	1 р.\ 6 міс.
6	Пневмоциліндр вихідного затвору	3	Масло інструментальне загального призначення І-20 ГОСТ20799-75	Обмащення	1 р.\ 3 міс.
7	Вихідний затвор	4	Змазка УС-2 ГОСТ1033-79	Запресовка	1 р.\ 6 міс.

Література

1. Основы технологии машиностроения ред. В.С. Корсаков М., Машиностроение, 1977 г.
2. Справочник технолога машиностроителя, т.1 и т.2, М., Машиностроение, 1972 г.
3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках ч.1 и ч.2. Машиностроение, 1974 г.
4. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.. Машиностроение. 1974 г.
5. М.А. Ансеров. Приспособление для металлорежущих станков , М.-Л., Машиностроение, 1975 г.
6. Д.Н. Решетов. Детали машин. М., Машиностроение, 1974 г.
7. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку сборочные работы по сборке машин. Мелкосерийное и единичное производство. М. Машиностроение. 1973 г.
8. Методические указания по дипломному проектированию оборудования химического полимерного и силикатного производства. (раздел «Технология машиностроения») составили: Полюх В.А., Малиновский В.В., Глаз П.Г. Киев, КПИ, 1981 г.
9. Методичні вказівки до лабораторних і самостійних робіт з курсу «Експлуатація ремонт і монтаж обладнання хімічних виробництв» Укладач: Коваленко І.В. –К:КПІ. 1994 г.

6.2 АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

6.2.1. Описання принципу роботи автоматичної системи

Для автоматизації систем управління, була обрана ділянка технологічної схеми, на якій знаходиться дозатор та пакувальний автомат. Обрано електрично-пневматичну систему з керуванням за допомогою контролера, так як чисто пневматичні системи є дуже застарілими, неекономічними та важкими при переналадці. Електропневматична система має велику кількість реле, що робить її дорогою, важкою для переналадки та не досить надійною.

Отже, в умовах сучасного виробництва найбільш доцільним є використання саме електропневматичного варіанту з керуванням за допомогою контролера. Така система є надійною, порівняно дешевою, та легкою у переналадці.

Виконавчий блок представлений пневматичними циліндрами та пневмомоторами, керування якими здійснюється за пневматичних розподільників. Відстеження положення виконавчих пристроїв здійснюється допомогою ємкісних датчиків. Там де це не можливо, використано датчик по тиску. Для підсилення слаботочних сигналів використовуються електричні реле.

Для керування системою використано контролер Festo FEC-FC600, який має вхідний блок та вихідний. Сигнали з вихідного блоку, підсилені за допомогою реле потрапляють на соленоїди, які подають керуючі сигнали на пневматичні розподільники.

Для запуску та зупинки системи присутній блок з кнопками тривалого циклу, одиничного, та екстреної зупинки.

Пневможивильник 1 подає цемент до приймальної камери, включається пневмомотор мотор протяжки плівки 2. Вертикальний пристрій зварювання 3 починає зварювати плівку утворюючи рукав. Пневмоциліндр 4 відкриває

вхідний затвор, цемент потрапляє в бункер. Наповнюючись, під дією сили тяжіння спрацьовує механізм зважування 5, тим самим подає сигнал на закриття вхідного затвору 4 та спрацювання приклеювання етикетки 6. Спрацьовує горизонтальний пристрій зварювання 7, утворюючи дно пакету. Дно пакету утворено, пристрій повертається назад, пневмоциліндр 8 відкриває вихідний затвор, цемент потрапляє у пакет. Затвор закривається, спрацьовує горизонтальний пристрій зварювання 7, зварюючи верх пакету. Пакет потрапляє на конвеєр, пневмомотор 9 якого вмикається одночасно з вимкненням горизонтального пристрою зварювання 3 та двигуном протяжки плівки 2. Вимикається пневможивильник та пневмомотор конвеєра.

Цикл роботи машини, система 3-го класу складності:

$1 - 2 - 3 - 4 - 5 - \bar{5}, \bar{6}, \bar{4} - \bar{6}, \bar{7} - \bar{7}, \bar{8} - \bar{8} - \bar{7} - \bar{7} - 9, \bar{3}, \bar{2} - \bar{1} - \bar{9}$

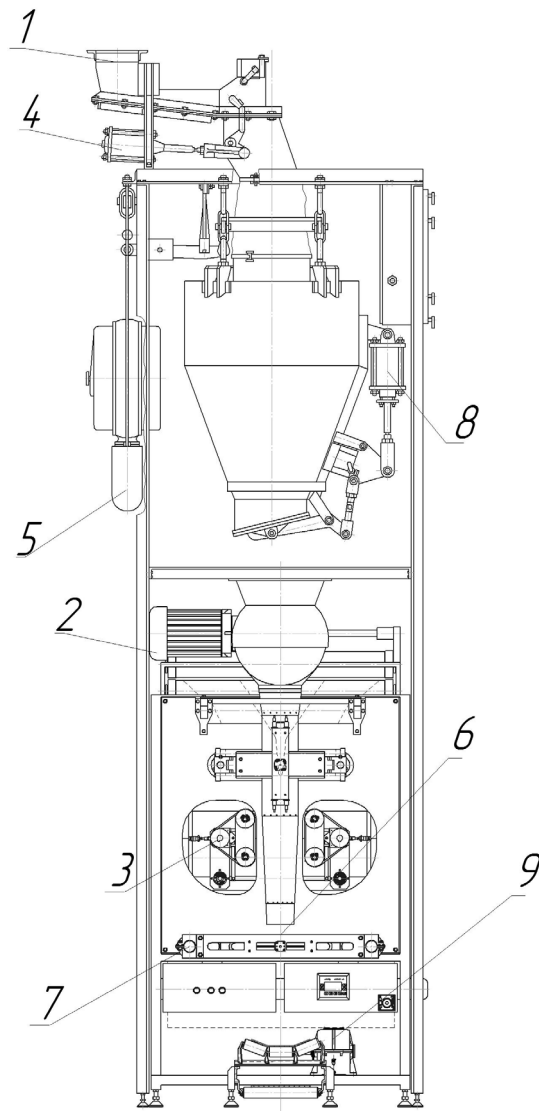


Рис.6.2.1. Автоматизована ділянка виробництва

1 – пневможивильник, 2 – пневмомотор протяжки плівки,
 3 – горизонтальний пристрій зварювання, 4 – пневмоциліндр керування
 вхідним затвором, 5 – пневмоцилінр зважування, 6 – пневмоцилінд подачі
 етикетки, 7 – вертикальний пристрій зварювання, 8 – пневмоциліндр
 керування вихідним затвором, 9 – пневмомотор конвеєра.

6.2.2. Описання функціональних модулів ділянки автоматизації

Модуль 1

Зважаючи на те, що принципом роботи пневможивильника є подача стисненого повітря, для операції доцільно використати пневматичний мотор, нереверсивний, з нагнітальним пристроєм повітря.

Технічні характеристик мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура – 5°C...+70°C;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,42 кВт;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 1.0

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім електричним керуванням;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 1.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти електричне реле для отримання сигналу X1

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – K1,

а також електричне реле для отримання сигналу Xn1

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – K2;

Для отримання керуючих сигналів Y1 та Yn1 використовуються соленоїди, які перемикають розподільник у відповідне положення

кількість – 2 шт.;

позначення на схемі – Y1, Yn1

Модуль 2

Зважаючи на те, що операцію розмотки плівки доцільно виконувати обертальним рухом, в якості виконавчого пристрою обираємо пневматичний мотор, неревсивний.

Технічні характеристик мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура – 5°C...+70°C;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,42 кВт;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 2.0

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім електричним керуванням;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 2.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти електричне реле для отримання сигналу X2

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – K3,

а також електричне реле для отримання сигналу Xn2

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – K4;

Для отримання керуючих сигналів Y2 та Yn2 використовуються соленоїди, які перемикають розподільник у відповідне положення

кількість – 2 шт.;

позначення на схемі – Y2, Yn2

Модуль 3

Зважаючи на те, операція зварювання плівки виконується поступально, в якості виконавчого пристрою використовуються пневматичний циліндр двосторонньої дії, поршньовий, одноступінчатий, з двостороннім регульованим демпфуванням. Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа);

швидкість ходу поршня – 10–1000мм/с;

робоча температура – 5°C...+70°C;

діаметр поршня – 40 мм;

хід – 25 мм;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 3.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім електричним керуванням;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 3.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти контактні датчики положення;

кількість – 2 шт.;

позначення на схемі – X3, Xn3;

Підсилені соленоїдами

Позначення на схемі – K5, K6;

Для отримання керуючих сигналів Y3 та Yn3 використовуються соленоїди, які перемикають розподільник у відповідне положення

кількість – 2 шт.;

позначення на схемі – Y3, Yn3

Модуль 4

Так як операція відкриття вхідного затвору виконується поступально, в якості виконавчого пристрою використовуються пневматичний циліндр двосторонньої дії, поршньовий, одноступінчатий, з двостороннім регульованим демпфуванням. Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа);

швидкість ходу поршня – 10–1000мм/с;

робоча температура – 5°C...+70°C;

діаметр поршня – 40 мм;

хід – 25 мм;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 4.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з двостороннім електричним керуванням;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 4.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти контактний датчик положення;

кількість – 2 шт;

позначення на схемі – Xn4;

та контактний датчик тиску

кількість – 1 шт;

позначення на схемі – X4;

підсилені за допомогою реле

кількість – 2 шт;

позначення на схемі – K7, K8;

Для отримання керуючих сигналів Y4 використовується соленоїд, який перемикає розподільник у відповідне положення

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – Y4

Модуль 5

Вмикання механізму розвантаження виконується поступально, в якості виконавчого пристрою використовується пневматичний циліндр двосторонньої дії, поршньовий, одноступінчатий, з двостороннім регульованим демпфуванням. Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа);

швидкість ходу поршня – 10–1000мм/с;

робоча температура – 5°C...+70°C;

діаметр поршня – 40 мм;

хід – 25 мм;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 5.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім електричним керуванням;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 5.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти контактні датчики

кількість – 2 шт;

позначення на схемі – X5, Xn5;

Підсилені соленоїдами

Позначення на схемі – K9, K10;

Для отримання керуючих сигналів Y5 використовується соленоїд, який перемикає розподільник у відповідне положення

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – Y5,

Модуль 6

Операція вкладання етикетки виконується поступально, в якості виконавчого пристрою використовуються пневматичний циліндр двосторонньої дії, поршньовий, одноступінчатий, з двостороннім регульованим демпфуванням. Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа);

швидкість ходу поршня – 10–1000мм/с;

робоча температура – 5°C...+70°C;

діаметр поршня – 40 мм;

хід – 25 мм;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 6.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім електричним керуванням;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 6.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти контактні датчики

кількість – 2 шт.;

позначення на схемі – X6, Xn6;

Підсилені соленоїдами

Позначення на схемі – K11, K12;

Для отримання керуючих сигналів Y6 використовується соленоїд, який перемикає розподільник у відповідне положення

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – Y6,

Модуль 7

Зважаючи на те що операція зварювання плівки виконується поступально, в якості виконавчого пристрою використовуються пневматичний циліндр двосторонньої дії, поршньовий, одноступінчатий, з двостороннім регульованим демпфуванням. Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа);

швидкість ходу поршня – 10–1000мм/с;

робоча температура – 5°C...+70°C;

діаметр поршня – 40 мм;

хід – 25 мм;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 7.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім електричним керуванням;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 7.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти контактні датчики положення;

кількість – 2 шт.;

позначення на схемі – X7, Xn7;

Підсилені соленоїдами

Позначення на схемі – K13, K14;

Для отримання керуючих сигналів Y7 та Yn7 використовуються соленоїди, які перемикають розподільник у відповідне положення

кількість – 2 шт.;

позначення на схемі – Y7, Yn7

Модуль 8

Управління випускного затвору виконується поступально, в якості виконавчого пристрою використовуються пневматичний циліндр двосторонньої дії, поршньовий, одноступінчатий, з двостороннім регульованим демпфуванням. Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск – 12 бар (1,2 МПа);

швидкість ходу поршня – 10–1000мм/с;

робоча температура – 5°C...+70°C;

діаметр поршня – 40 мм;

хід – 25 мм;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 8.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім електричним керуванням;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 8.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти контактні датчики

кількість – 2 шт.;

позначення на схемі – X8, Xn8;

Підсилені соленоїдами

Позначення на схемі – K15, K16;

Для отримання керуючих сигналів Y8 використовується соленоїд, який перемикає розподільник у відповідне положення

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – Y8,

Модуль 9

Зважаючи на те, що операція руху конвеєру здійснюється обертальним рухом, в якості виконавчого пристрою обираємо пневматичний мотор, нереверсивний.

Технічні характеристик мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура – 5°C...+70°C;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,42 кВт;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 9.0

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім електричним керуванням;

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – 9.1

В якості апаратів інформаційного рівня доцільно взяти електричне реле для отримання сигналу X9

кількість – 1 шт.;

позначення на схемі – K17,

а також електричне реле для отримання сигналу Xn9

кількість – 1 шт.;

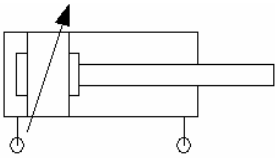
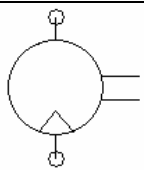
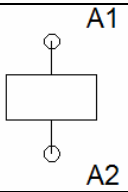
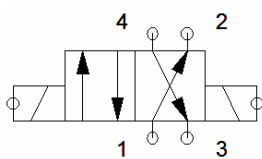
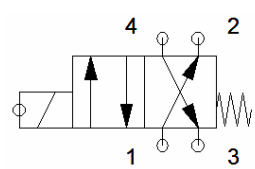
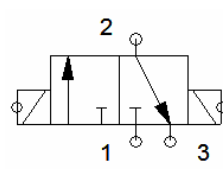
позначення на схемі – K18;

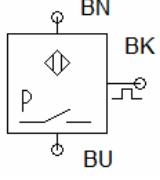
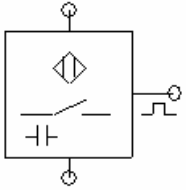
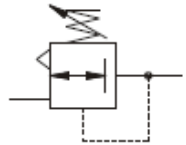
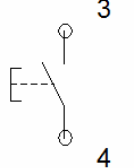
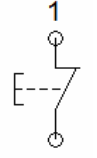
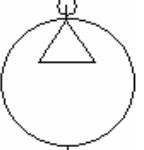

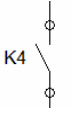
Для отримання керуючих сигналів Y9 та Yn9 використовуються соленоїди, які перемикають розподільник у відповідне положення

кількість – 2 шт.;

позначення на схемі – Y9, Yn9

Таблиця 6.2.2 Склад системи

№	Назва	Схема позначення	Фірма виробник	Маркування	Кількість
1	Пневмоциліндр двосторонньої дії з двостороннім демпфуванням		“Pneumax”	1305.40.50.0 1 (ISO)	6
2	Пневматичний мотор нереверсивний		ЗАО “Инструм-Рэнд”	MRV005CL	3
3	Реле		“Relpol”	RM84-3012- 25-1012	34
4	Розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім електричним керуванням		“Pneumax”	345.11.M9	2
5	Розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім електричним керуванням та пружинним поверненням		“Pneumax”	305.M9	4
6	Розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім електричним керуванням		“Pneumax”	315.11.00	3

7	Блок живлення постійного струму; напруга 24V, потужність 24W		“Relpol”	RPS-20-24	1
8	Електричне реле тиску		“Pneumax” „	900.18.1-1	1
9	Датчик ємкісний		“Sick”	CM18-08BPP-KC	9
10	Датчик тиску		“Pneumax” „	17202A.C	1
11	Кнопка одиничного та тривалого старту		«Етал»	KEA-1210	2
12	Кнопка зупинки роботи		«Етал»	KEA-2100	1
13	Компресор		“Pneumax” „	17102A.C	9
15	Соленоїд		“Relpol”	RM84-3000	18
16	Нормально розімкнений контакт		«Етал»	KEA-1010	57

6.2.3. Розробка керуючих команд

Розробка керуючих команд ділянки дозування та упаковки (багатопривідної циклічної системи 3-го класу складності) за допомогою методу функціональних графів:

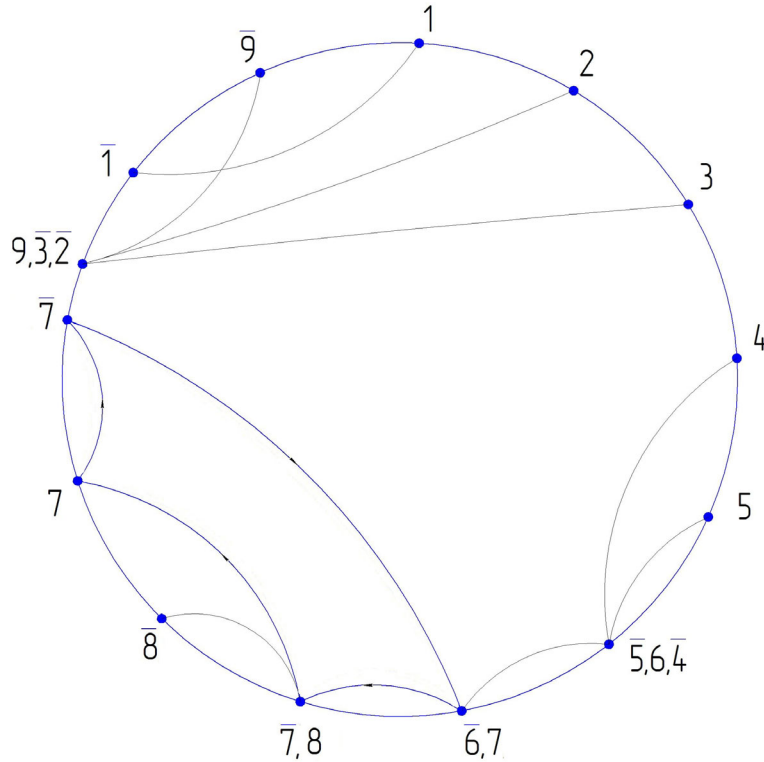


Рис.6.2.3. Функціональний граф без урахування елементів пам'яті. Система логічно невизначена

Кількість підграфів даного графа визначається за формулою

$$N = K^n = 2^1 = 2,$$

де K – кількість станів, які може займати функціональний модуль,

n – кількість багаторежимних ФМ.

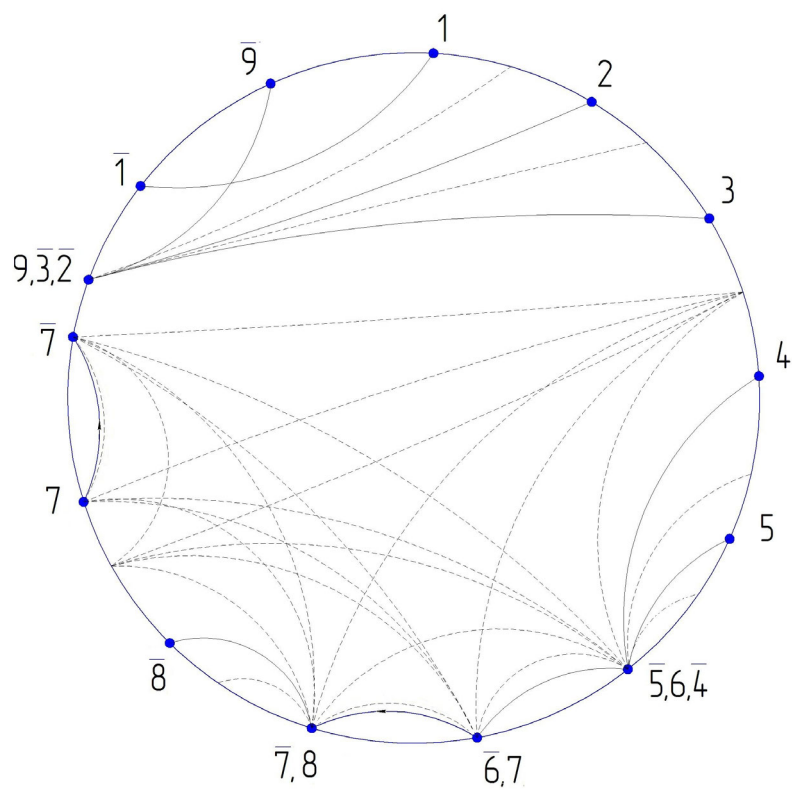


Рис.6.2.3. Функціональний граф проміжний для $7 - \bar{7}$

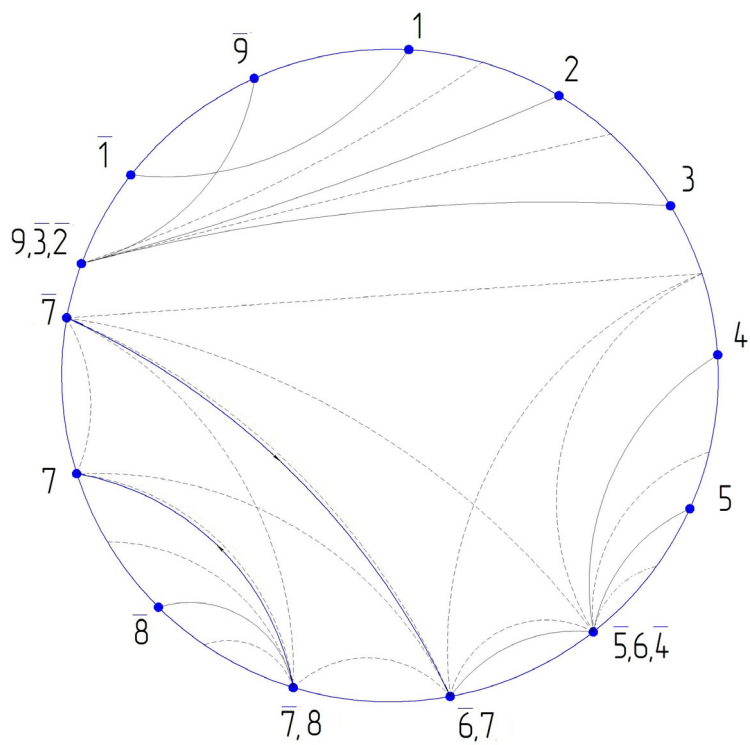


Рис.6.2.4. Функціональний граф проміжний для $\bar{7} - 7$

Для того, щоб система була логічно визначеною, вирішено додати 3 елемента пам'яті.

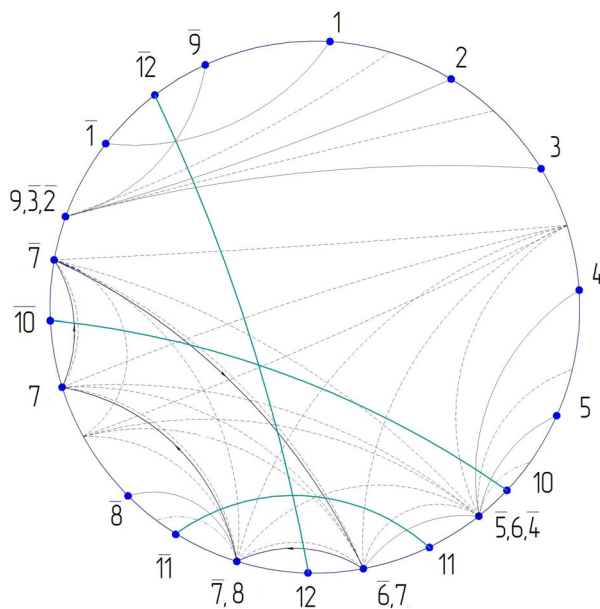


Рис.6.2.5. Функціональний граф з урахуванням елементів пам'яті. Система логічно визначена

6.2.5 Складання керуючих команд на основі функціональних графів

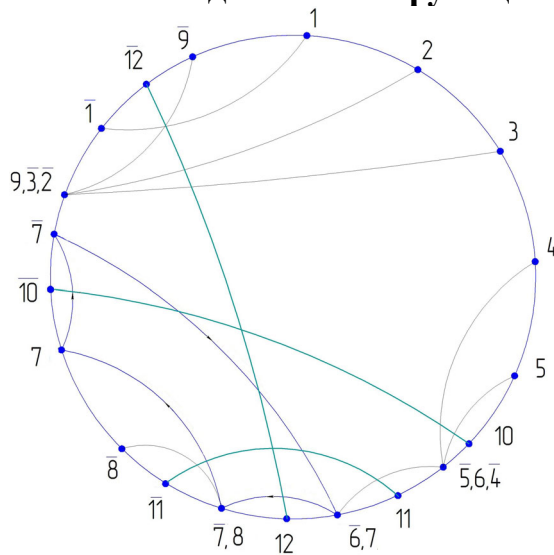


Рис.6.2.6. Результуючий функціональний граф

Керуючі команди:

$$Y1 = x_{n9}$$

$$YN1 = x_9$$

$$Y2 = x_1 \cdot x_{n12}$$

$$YN2 = x_{n7} \cdot x_{12} \cdot x_{n10}$$

$$Y3 = x_2 \cdot x_{n12}$$

$$YN3 = x_{n7} \cdot x_{n10} \cdot x_{12}$$

$$Y4 = x_3 \cdot x_{n12} \cdot x_{n10}$$

$$Y5 = x_4 \cdot x_{n10}$$

$$Y6 = x_{n10} \cdot x_{n12} \cdot x_{n11}$$

$$Y7 = x_{11} \cdot x_{n12} + x_{n8} \cdot x_{n11} \cdot x_{12} \cdot x_{10}$$

$$YN7 = x_{12} \cdot x_{11} + x_{n10} \cdot x_{n11}$$

$$Y8 = x_{12} \cdot x_{11}$$

$$Y9 = x_{n7} \cdot x_{n10} \cdot x_{12}$$

$$YN9 = x_{n12}$$

$$Y10 = x_5$$

$$YN10 = x_7 \cdot x_{n11}$$

$$Y11 = x_6$$

$$YN11 = x_8$$

$$Y12 = x_7$$

$$YN12 = x_{n1}$$

6.2.6.Складання керуючої програми для PLC мовою STL

STEP 0

IF NOP

THEN RESET Y1

RESET YN1

RESET Y2

RESET YN2

RESET Y3

RESET YN3

RESET Y4

RESET Y5

RESET Y6

RESET Y7

RESET YN7

RESET Y8

RESET Y9

RESET YN9

RESET M1

RESET M2

RESET M3

RESET M4

RESET M5

RESET M6

RESET M7

RESET M8

RESET M9

RESET M10

RESET M11

RESET M12

RESET M13

RESET T0

LOAD V500

TO TP0

STEP 10

IF (S1 OR S3) AND N M1
THEN SET M1

IF M1 AND N S3
THEN RESET M1

IF M1
THEN JMP TO 20

STEP 20

IF X5 AND N M3
THEN SET M3

IF X7 AND N M4 AND M3
THEN RESET M3

IF X6 AND N M4
THEN M4

IF X8 AND M4
THEN RESET M4

IF X7 AND N M5
THEN SET M5

IF N M11 AND M5
THEN RESET M5
SET M2

IF N M13 AND N M11
THEN RESET YN1
SET Y1

IF N T0 AND N M8 AND Y1
THEN SET T0
 SET M8

IF N T0 AND M8 AND N M11
THEN SET M11
 RESET M8

IF M13 AND M11
THEN RESET Y1
 SET YN1
 RESET M11

IF M13 AND N M5 AND N M12
THEN RESET YN2
 SET Y2

IF N T0 AND N M9 AND Y2
THEN SET T0
 SET M9

IF N T0 AND M9 AND N M12
THEN SET M12
 RESET M9

IF XN7 AND N M3 AND M5 AND M12
THEN RESET Y2
 SET YN2
 RESET M12

IF M12 AND N M5 AND NX3
THEN RESET YN3
 SET Y3

IF XN7 AND N M3 AND N M5 AND X3
THEN RESET Y3
 SET YN3

IF X3 AND N M5 AND N M3 AND N T0 AND N M6
THEN SET T0
 SET M6

IF N T0 AND M6
THEN RESET M6
 SET Y4

IF NOP
RESET Y4

IF X4 AND N M3
THEN SET Y5

IF NOP
RESET Y5

IF M3 AND N M5 AND N M4
THEN SET Y6

IF NOP
THEN RESET Y6

IF (M4 AND N M5 AND XN7) OR (XN8 AND N M4 AND M5 AND M3 AND
X7)
THEN RESET YN7
 SET Y7

IF (M5 AND M4 AND X7) OR (N M3 AND N M4 AND X7)
THEN RESET Y7
 SET YN7

IF M5 AND M4 AND XN8
THEN SET Y8

IF NOP
THEN RESET Y8

IF XN7 AND N M3 AND M5 AND M N 13
THEN RESET YN9
SET Y9

IF N T0 AND N M10 AND Y9
THEN SET T0
SET M10

IF N T0 AND M10 AND N M13
THEN SET M13
RESET M10

IF N M5 AND M 13 AND N M7 AND N T0
THEN SET T0
SET M7
IF N T0 AND M7
THEN RESET Y9
RESET M7
SET YN9
RESET M13

IF M1 AND M2
THEN RESET M1 AND M2
JMP TO 10

IF S2 AND M1
THEN JMP TO 0

Таблиця 6.2.7. Allocation list

Функція	У програмі	На контролері
Датчик кінцевого положення пневмоцилінра 3	X3	I0.0
Датчик початкового положення пневмоциліндра 3	XN3	I0.1
	X4	I0.2
Датчик кінцевого положення пневмоцилінра 4	XN4	I0.3
Датчик початкового положення пневмоциліндра 4	X5	I0.4
	XN5	I0.5
Датчик кінцевого положення пневмоцилінра 5	X6	I0.6
Датчик початкового положення пневмоциліндра 5	XN6	I0.7
	X7	I1.0
Датчик кінцевого положення пневмоцилінра 6	XN7	I1.1
Датчик початкового положення пневмоциліндра 6	X8	I1.2
	XN8	I1.3
Датчик кінцевого положення пневмоцилінра 7	S1	I1.4
Датчик початкового положення пневмоциліндра 7	S2	I1.4
	S3	I1.5
Датчик кінцевого положення пневмоцилінра 8	Y1	O0.0
Датчик початкового положення пневмоциліндра 8	YN1	O0.1
	Y2	O0.2
Кнопка тривалого циклу	YN2	O0.3
Кнопка екстреної зупинки	Y3	O0.4
Кнопка одиничного циклу	YN3	O0.5
Керуюча команда пневмомотора 1	Y4	O0.6
Керуюча команда пневмомотора 1	Y5	O0.7
Керуюча команда пневмомотора 2	Y6	O0.8
Керуюча команда пневмомотора 2	Y7	O0.9
Керуюча команда пневмоцилінра 3	YN7	O1.0

Керуюча команда пневмоцилінра 3	Y8	O1.1
Керуюча команда пневмоцилінра 4	Y9	O1.2
Керуюча команда пневмоцилінра 5	YN9	O1.3
Керуюча команда пневмоцилінра 6	M1	F0.1
Керуюча команда пневмоцилінра 7	M2	F0.2
Керуюча команда пневмоцилінра 7	M3	F0.3
Керуюча команда пневмоцилінра 8	M4	F0.4
Керуюча команда пневмомотора 9	M5	F0.5
Керуюча команда пневмомотора 9	M6	F0.6
Прапор 1	M7	F0.7
Прапор 2	M8	F1.0
Прапор 3	M9	F1.1
Прапор 4	M10	F1.2
Прапор 5	M11	F1.3
Прапор 6	M12	F1.4
Прапор 7	M13	F1.5
Прапор 8	T0	T0
Прапор 9	TP0	TP0
Прапор 10		
Прапор 11		
Прапор 12		
Прапор 13		
Таймер		
Преселектор		

6.3 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

6.3.1. Обґрунтування необхідності модернізації обладнання

На основі патентних досліджень встановлено, що дозатор цементу відповідає технічному рівню сучасного устаткування.

У зв'язку з тим, що перевагою автоматичних машин є високі надійність та продуктивність при порівняно малій питомій вартості, вони знайшли широке застосування при розробці нових технологічних ліній.

У базовому дозаторі, дозування здійснюється по одному каналу живлення продуктом, що значно уповільнює процес, та у разі виходу каналу зі строю, машина зупиняється.

Сутність модернізації полягає в тому, окрім основного каналу живлення продуктом(цемент), додатково встановлюється ще три.. При цьому додано 4 накопичувальних лотка, які здійснюють попереднє дозування продукту. Тим самим значно підвищується шв. дозування, надійність машини, та шв. її налаштування у разі потреби.

Модернізований дозатор, має функцію швидкого дозування, завдяки накопичувальним лоткам, кожен з яких містить по 2,5 кг цементу. Всього їх 4.

Також, за допомогою змінних кришок лотків, є можливість збільшення місткості лотка до 10кг. Це значно підвищить швидкість роботи автомату.

Так як обрана кількість цементу у пакеті – 5 кг, а продуктивність дозатора 1500кг/год, отримуємо: $1500/5=300$ мішків\год.

Основні технічні показники базової та проектованої машини заносяться у таблицю 6.1.

Таблиця 6.3.1 - Основні технічні показники базового та проектного обладнання

Показник	Одиниця виміру	Техніка	
		Базова	Проектowana
Зайнята площа	м ²	0,5	0,5
Продуктивність за рік	доз	855000	1026000
Продуктивність на годину	доз	300	360
Встановлена потужність	кВт	2,5	2,5
Маса	кг	150	200
Термін служби	років	20	20
Норма обслуговування	год.	80	80

Подібний дозатор експлуатується на ТОВ "ФОМАЛЬГАУТ-ПОЛІМІН" (<http://www.polimin.ua/>).

Організаційно-правова форма – підприємство (код 100).

Вид економічної діяльності – Виробництво цементу (код 23.51), виробництво вапна та гіпсових сумішей (код 23.52).

Організаційна структура – ієрархічна.

Обсяг мішків, що наповнюються за допомогою дозатора – 1026000 м/р.

6.3.2. Розрахунок витрат для обґрунтування ціни

6.3.2.1. Загальний розрахунок собівартості

Собівартість розраховується за формулою:

$$C_M = \left\{ \left[M + Z_{OCH} \cdot \left(1 + \frac{P}{100} \right) + Z_{OCH} \cdot \frac{a}{100} \right] \left(1 + \frac{\eta}{100} \right) \right\} + \frac{Z_{ПП}}{N},$$

де M - витрати на матеріали, напівфабрикати і покупні вироби, грн;

Z_{OCH} - основна заробітна плата виробничих робочих, грн.;

$P = 180-230\%$ - витрата на експлуатацію та обслуговування обладнання, цехові та загальнозаводські витрати у відсотках від основної заробітної плати виробничих робітників. Приймаємо $P = 200\%$;

$\alpha = 90 - 110\%$ - додаткова заробітна плата та нарахування, у відсотках від основної заробітної плати (1).

$\eta = 1,5 - 2,5\%$ - поза виробничі витрати у відсотках від загальної собівартості

Z_{np} – витрати на проектні роботи.

N – кількість виготовляємого нового або модернізованого обладнання.

6.3.2.2. Основна та додаткова заробітна плата робітників

Основна заробітна плата у виробничих робітників при укрупнених розрахунках:

$$Z_0 = T_n \cdot C_{TC.P}$$

де T_n - нормативна трудомісткість виготовлення нової машини, год;

$C_{тс.р.}$ - тарифна ставка середнього розряду (за даними ТОВ

«ФОМАЛЬГАУТ-ПОЛІМІН» $C_{тс.р.} = 5$ грн. Для 5 розряду), грн;

Нормативну трудомісткість виготовлення проектного обладнання визначають за даними заводу – виробника за спеціальними розрахунками або укрупнено за допомогою питомої трудомісткості виготовлення одиниці маси базового обладнання за формулою:

$$T_H = \frac{T_B \cdot G_H}{G_B},$$

де $G_H = 150 \text{ кг}$ та $G_B = 200$ – маса відповідно базового та нового обладнання;

T_B - трудомісткість виготовлення базового обладнання. За даними ТОВ «ФОМАЛЬГАУТ-ПОЛІМІН», $T_B = 1500$ год.

$$T_H = \frac{1500 \cdot 150}{200} = 1125 \text{ год.}$$

Основна заробітна плата:

$$Z_{ОСН} = 1500 \cdot 5 = 7500 \text{ грн.}$$

Собівартість модернізованої та базової машини:

$$M_{МАТЕР} + M_{ПОК.ИЗ} = 5000 \cdot 4 + 1000 = 21000 \text{ грн.}$$

$$M = 24500 \text{ грн.}$$

$$C_M = \left\{ \left[24500 + 7500 \left(1 + \frac{200}{100} \right) + 7500 \frac{100}{100} \right] \cdot \left(1 + \frac{2}{100} \right) \right\} + \frac{1}{1} = 55590 \text{ грн.}$$

Визначаємо розмір $\alpha = 70-110\%$ – додаткової заробітної плати та нарахувань у відсотках від осн.овної заробітної плати, який складається з:

- розміру додаткової заробітної плати, рекомендується прийняти 50% від основної;
- єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, який встановлюється у відсотках відповідно до класів професійного ризику виробництва з урахуванням видів їх економічної діяльності, тобто нарахування на фонд оплати праці складають суму від 36,76% до 49,7%.

Для бюджетн.их установ єдиний внесок встановлюється у розмірі 36,3 % визначеної бази нарахування. З розподілом видів економічної діяльності за класами професійного ризику виробництва можна ознайомитися у Порядку визначення класу професійного ризику виробництва за видами економічної діяльності на сайті законодавства України. У галузі машинобудування цей показник становить 37,6 – 38,54 % зарплатного фонду. Для спрощення

розрахунку візьмемо 38 % для підприємств всіх видів економічної діяльності у галузі машинобудування.

Додаткова заробітна плата:

$\alpha = 50\% + 38\% = 88\%$ від основної заробітної плати.

$\alpha = 6600$ грн.

$P = 180-230\%$ – витрати на експлуатацію та обслуговування обладнання, цехові та загальнозаводські витрати у відсотках від основної заробітної плати виробничих робітників.

P приймаємо 200%, $P = 7500 \cdot 2 = 15000$ грн.

Позавиробничі витрати

$\eta = 1,5 - 2,5\%$, - позавиробничі витрати від загальної собівартості.

η приймаємо 2%

$\eta = 1111,8$ грн.

6.3.3.3. Розрахунок ціни

Розрахункову ціну нової м.ашини розраховуємо виходячи з її собівартості

(C_n), нормативного прибутку (Π_n) і податку на додану вартість (H):

$$Ц_n = C_n + \Pi_n + H$$

Нормативний прибуток розраховується по формулі:

$$\Pi_n = \frac{C_n \cdot \eta}{100}$$

де η - норматив рентабельності до собівартості в %. Приймаємо $\eta = 20\%$

$$\Pi_n = 55590 \cdot \frac{20}{100} = 11118 \text{ грн.}$$

Податок на додану вартість:

$$H = \frac{(C_n + \Pi_n) \cdot \gamma}{100}$$

де γ - ставка податку на додану вартість. Приймаємо $\gamma = 20\%$.

$$H = \frac{((55590 + 11118) \cdot 20)}{100} = 13341,6 \text{ грн.}$$

Підставивши отримані дані в основну формулу, одержимо:

$$Ц_n = 55590 + 11118 + 13341,6 = 80049,6 \text{ грн.}$$

$Ц_n$ – ціна нового обладнання.

$$Ц_б = 81400 \text{ грн - ціна базового обладнання.}$$

6.3.3. Розрахунок витрат на модернізацію

Додаткові витрати на модернізацію визначаються за формулою :

$$\Delta K = Ц_M + З_{монт} + K_{бюд} = 21000 + 2520 + 9450 = 77770 \text{ грн.,}$$

Отже необхідно провести такі розрахунки:

6.3.1. Розрахунок витрат на виготовлення окремих елементів

власними силами

Жодні елементи не потрібно виготовляти власними силами.

6.3.2. Витрати на придбання елементів обладнання, які виготовлені на замовлення іншим підприємством

Жодні елементи не потрібно замовляти для виготовлення іншими підприємствами.

6.3.3. Витрати на придбання стандартних елементів для модернізації

Для модернізації потрібно 4 лотка накопичувача, ціна одного пристрою 5000 грн. А також новий розподільний пристрій, ціна якого 1000 грн.

$$\text{Тож } Ц_M = 5000 \cdot 4 + 1000 = 21000 \text{ грн.}$$

6.3.4 Витрати на складально-монтажні роботи

$$З_{монт} = 21000 \cdot 0,12 = 2520 \text{ грн.}$$

6.4. Розрахунок техніко – економічних показників до і після удосконалення

6.3.4. Капітальні витрати

Капітальні витрати – це сума од.ночасних витрат на нову техніку, які складаються:

- вартості придбання зразка обладнання, що розглядається, $Ц_n$ (розрахована у попередньому підрозділі);
- вартості суміжного обладнання, що працює у комплексі з цим зразком, $Ц_{см}$;
- витрат на доставку та монтаж обладнання, $K_{дм}$;
- витрат на будівлі, $K_{б\gammaд}$;
- спеціальні витр.ати (контрольно-вимірюючі прилади (КВП) і автоматика тощо), K_c .

Таким чином, всі розрахунки по статтях кап. витрат зводяться до обчислення K по формулі:

$$K = Ц_M + Ц_{см} + K_{дм} + K_{б\gammaд} + K_c$$

$$K_n = 8004,96 + 0 + 8004,96 + 9450 + 8004,96 = 33464,88 \text{ грн.}$$

$$K_{б.} = 8140 + 0 + 8140 + 9450 + 8140 = 33870 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати споживача без вартості обладнання називають супутніми капітальн.ими витратами:

$$K' = K - Ц_M = 33464,88 - 21000 = 12464,88 \text{ грн.}$$

Витрати на доставку, монтаж обладнання та будівництво фонд. ($K_{дм}$) визначають у відсотках від ціни обладнання, складають близько 8-12 %.

$$K_{дм.н.} = 80049,6 \cdot 0,1 = 8004,96 \text{ грн.}$$

$$K_{дм.б.} = 81400 \cdot 0,1 = 8140 \text{ грн.}$$

Витрати на виробничі будівлі ($K_{б\gammaд}$) обчислюють за формулою:

$$K_{Б\gammaД} = S \cdot \eta_g \cdot Ц_{Б\gammaД}$$

де S – площа обладнання в плані;

η_g - коф, що враховує додаткову площу на проходи, службові приміщення тощо згідно табл. 6.2;

$Ц_{б\gammaд}$ – питома вартість виробничої площі, обирається за даними підприємства або припускаємо 900 грн. за m^2 .

$$K_{б\gammaд.н.} = 3 \cdot 3,5 \cdot 900 = 9450 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.2 - Коефіцієнт врахування додаткової площі

Площа під обладнання, м ²	до 2	2,1-4	4,1-6	6,1-10	10,1-20	понад 20
Коефіцієнт η_g	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5

Спеціальні витрати (K_c) - на КВП, ав.томатику тощо, визначаються за даними підприємства або 10-15 % від ціни обладнання, що розглядається.

$$K_{c.н.} = 80049,6 \cdot 0,1 = 8004,96 \text{ грн.}$$

$$K_{c.б.} = 81400 \cdot 0,1 = 8140 \text{ грн.}$$

6.3.4..Річна продуктивність обладнання

Річну прод. обладнання Q_p розраховують за формулою

$$Q_p = Q_g \cdot F_d = 360 \cdot 2850 = 1026000 \text{ мішків,}$$

де Q_g - годинна продуктивність,

F_d - дійсний річний фонд часу роботи одиниці обладнання, год.

Дійсний річний фонд часу роботи нового та базового обладнання обчислюють за формулою

$$F_d = F_H \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) = 3000 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 2850 \text{ год,}$$

де F_H – річн.ий номінальний фонд часу роботи одиниці устаткування, год.

δ – відсоток часу простою устаткування у планово-попереджувальному ремонті до номінального фонду часу. Величина δ може бути прийнята у розмірі 4-10%. При безперервному тижн.і номінальний фонд є максимальним і дорівнює календарному фонду часу, тобто 365 днів.

F_H – визначаємо за формулою:

$$F_H = S \cdot h \cdot D_p = 1 \cdot 12 \cdot 250 = 3000 \text{ год,}$$

де S – к-ть змін роботи на добу;

h – тривалість робочої зміни, годин.

D_p – кількість робочих днів у році за календарем.

6.3.5.Поточні витрати на утримання та експлуатацію базового та проектного обладнання

Таблиця 6.3.5 - Поточні витрати на утримання та експлуатацію обладнання

Стаття витрат	Величина витрат на обладнання, грн.	
	Базове	Проектоване
1. Заробітна плата грн.	7500	7500
2. Нарахування на заробітну плату, грн.	2925	2925
3. Витрати на енергію, грн.	1231,2	1231,2

4. Витрати на утримання і поточний ремонт обладнання, грн.	10352	10179,1
5. Витрати на утримання і поточний ремонт будівель, грн.	226,8	226,8
6. Амортизаційні відрахування на обладнання, грн	3256	3201,9
7. Амортизаційні відрахування на будівлі, грн.	473	473
8. Всього	25964	25737

6.3.6. Витрати на оплату праці

Витрати на оплату праці допоміжних робітників, що обслуговують обладнання, розраховуються за формулою

$$C_3 = \frac{1}{100} \cdot \sum_{i=1}^m t_{Ci} \cdot F_d \cdot \eta_d = 1 \cdot 15 \cdot 2850 \cdot 1.2 = 51300 \text{ грн./рік},$$

де m – кількість основних робітників, які обслуговують обладнання, $m=1$;

t_{Ci} – годинна тарифна ставка робітника, береться за даними підприємства, грн., $t_{Ci}=15$ грн.;

F_d – дійсний річний фонд часу, $F_d=2850$ год.;

η_d – коефіцієнт, що враховує доплати до основної заробітної плати, складає 1,1-1,7.

6.3.7. Нарахування на заробітну плату

Нарахування складають 38,0 %:

$$H_6 = H_H = (C_3/100)38 = (7500/100)38 = 2925 \text{ грн.}$$

6.4.6. Витрати на електроенергію

Витрати на електро-енергію залежать від потужності встановлених на обладнанні електродвигунів, ступеню їх використання і обчислюються за формулою:

$$C_{E.H.} = C_{E.B.} = \frac{1}{100} N_Y \cdot F_d \cdot K_B \cdot K_M \cdot C_E = 2.5 \cdot 2850 \cdot 0.8 \cdot 0.8 \cdot 0.27 = 1231,2 \text{ грн.},$$

де N_Y – сумарна-встановлена потужність електродвигунів, кВт;

$K_B = 0,7-0,8$ – коефіцієнт, що враховує використання електродвигунів протягом робочого дня;

$K_M = 0,7-0,9$ – коф, що враховує використання встановленої потужності електродвигунів машини;

C_E – відпускна ціна за один кВт·год електроенергії, $C_E = 0,27$ грн.

6.3.8. Витрати на утримання та ремонт

Витрати на утримання та ремонт хімічного устаткування визначають у відсотках від його вартості за даними базового підприємства або вони складаються:

- 2,4% від вартості будівель та споруд;
- 8% від вартості обладнання (C_B та C_M);
- 10% від вартості інструментів та засобів автоматизації.

$$C_{БУД.Б.} = C_{БУД.Н.} = 9450 \cdot \left(\frac{2,4}{100} \right) = 226,8 \text{ грн.}$$

$$C_{ОБЛ.Б.} = 81400 \cdot \left(\frac{8}{100} \right) = 6512 \text{ грн.}$$

$$C_{ОБЛ.Н.} = 80049,6 \cdot \left(\frac{8}{100} \right) = 6403,97 \text{ грн.}$$

$$K_{сб} = C_{АВТ.Б.} = 8140 \cdot \left(\frac{10}{100} \right) = 814 \text{ грн.}$$

$$K_{сн} = C_{АВТ.Н.} = 8004,9 \cdot \left(\frac{10}{100} \right) = 800,5 \text{ грн.}$$

6.3.9. Амортизаційні відрахування

Амортизаційні відрахування з проектного та базового обладнання не розраховують, а обчислюють з суміжного устаткування, споруд і будівель повну величину амортизації таким чином:

- амортизаційні відрахування з обладнання:

$$A_{уст} = (C_{см} + K_{дм}) \frac{\alpha}{100} + K_c \frac{\alpha_c}{100},$$

де $\alpha = 15\%$ - амортизаційні відрахування з обладнання

$\alpha = 25\%$ - амортизаційні відрахування з КВП та автоматики

$$A_{уст.н.} = (0 + 8004,9) \frac{15}{100} + 8004,9 \cdot \frac{25}{100} = 3201,9 \text{ грн.}$$

$$A_{уст.б.} = (0 + 8140) \frac{15}{100} + 8140 \cdot \frac{25}{100} = 3256 \text{ грн.}$$

– амортизаційні відрахування з будівель:

$$A_{буд} = K_{буд} \frac{\alpha_B}{100}, \text{ де } \alpha_B \text{ - коефіцієнт річної амортизації для}$$

спрощення обрахунку, $\alpha_B = 5\%$.

$$A_{буд.н.} = A_{буд.б.} = \frac{5}{100} \cdot 9450 = 473 \text{ грн.}$$

6.3.10 Розрахунок ефективності модернізованого обладнання

Оцінка ефективності розраховується за формулою:

$$E = (Z_{п.б.} + E_H \cdot K_B) \cdot \frac{Q_M}{Q_B} - (Z_{п.м.} + E_H \cdot K_H)$$

де $Z_{п.б.}$ та $Z_{п.м.}$ – поточні витрати по базовому та модернізованому обладнанню відповідно;

Q_B, Q_M – річна пр відповідно базового та нового обладнання;

$E_H = 0,15$ – нормативний коеф. капітальних вкладень;

K'_B, K_M – кап.витрати по базовому та модернізованому обладнанню відповідно.

$$E = (25964 + 0,15 \cdot 33870) \cdot \frac{1026000}{855000} - (25737 + 0,15 \cdot 33464,88) = 6496,667 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.3.10 - Порівняння техніко-економічних показників базового та проектного обладнання

Показники	Одиниця виміру	Обладнання	
		базове	проектване
Річна продуктивність	м/рік	855000	1026000
Продуктивність за 1 годину	м/год	300	360
Загальна маса	кг	150	200
Встановлена потужність	кВт	2,5	2,5
Собівартість	грн.	56280	55590
Розрахункова ціна	грн.	81400	80049,6
Капітальні вкладення	грн.	33870	33464,88
Поточні витрати	грн./рік	25964	25737
Чисельність обслуговуючого персоналу	осіб	1	1
Продуктивність праці	од./люд.рік	1	1

6.4 ОХОРОНА ПРАЦІ

В процесі трудової діяльності на організм людини чиниться своєрідний “тиск” несприятливими виробничими факторами, що прямо чи опосередковано впливають на її здоров’я та працездатність. Підприємства несуть особливу небезпеку для людини, адже повністю безпечних і нешкідливих процесів не існує. Реальні виробничі зусилля характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

При розробці й організації технологічних процесів, при конструюванні виробничого встаткування необхідно враховувати вимоги техніки безпеки й виробничої санітарії. Жоден зразок нової машини, механізму не може бути переданий у серійне виробництво, якщо він не відповідає вимогам охорони праці.

Темою магістерської дисертації є «Лінія пакування цементу з модернізацією дозатора».

Контроль параметрів технологічного процесу дозування та пакування здійснює оператор-технік, який знаходиться біля машини, що встановлена в виробничому приміщенні, площею $S = 800 \text{ м}^2$ і об’ємом $V = 3200 \text{ м}^3$.

В цьому розділі розробляються засоби та заходи охорони праці для оператора-техніка, який обслуговує даний комплекс машин (рисунк 7.1).

При роботі на пакувальній машині та дозаторі на робітника діють наступні небезпечні й шкідливі фактори:

- повітря робочої зони .
- небезпека механізмів, що рухаються.
- виробничий шум.
- небезпека ураження електричним струмом.
- пожежонебезпека.
- освітлення виробничих приміщень.

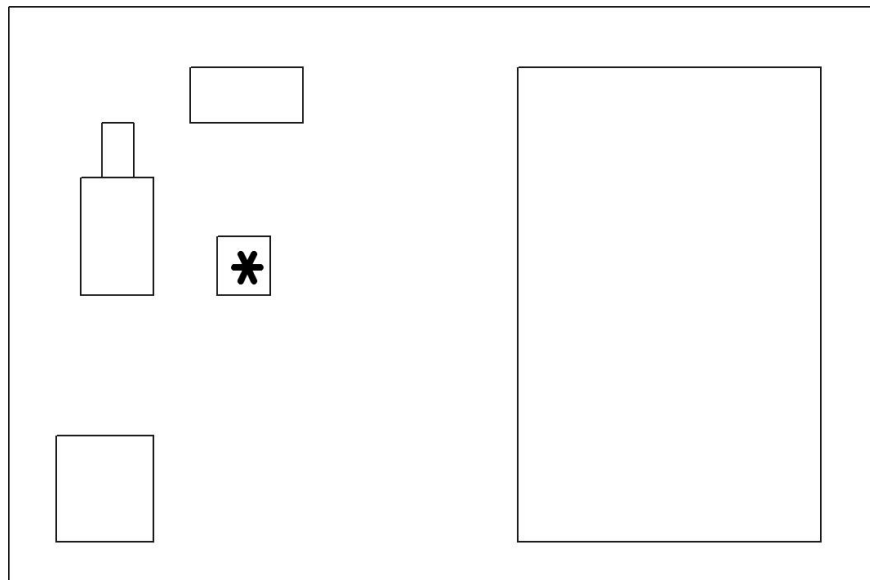


Рисунок 7.1- Розміщення обладнання в цеху

* - місце знаходження оператора.

6.4.1 Повітря робочої зони

При дозуванні цементу утворюється пил, який людина може вдихати, а це негативно впливає на здоров'я людини, забруднюючи легені. За ступенем впливу на організм цемент відноситься до 4 класу небезпеки - помірно небезпечно речовини. ГДК в робочій зоні становить 6 мг/м³. до розладів здоров'я, які спостерігаються у працюючих контактують з цементом, належать захворювання органів дихання, шкірні хвороби. Також, пакувальним матеріалом, з якого виготовляються мішки в який пакується цемент є поліетилен. У процесі плавки він виділяє в повітряне середовище летучі продукти термоокислювальної дисперсії, що містять органічні кислоти, карбональні сполуки, у тому числі формальдегід, окис вуглецю. Продукти окислювання поліетилену викликають наркотичну дію також викликають роздратування слизової оболонки ока, носу, гортані, порушують функції центральної нервової системи, печінки, викликають удушся, різкий кашель, сухість і тріщини шкіри.

Наявність настільки несприятливих для організму людини шкідливих речовин у повітряному середовищі робочої зони вимагає здійснення ряду

заходів шкідливих речовин, що забезпечують зміст, у межах норми відповідно до ГОСТ 12.1. 005-88/98.

До них відносяться:

1. Періодичний контроль стану повітряного середовища робочої зони шляхом узяття проб повітря й аналіз його стану в лабораторних умовах.
2. Для усунення пар та пилу шкідливих речовин у місцях їхнього виділення й недопускання їхнього поширення в приміщенні встановлюються зони витяжної вентиляції над автоматом.
3. Виробниче приміщення обладнане проточно - витяжною вентиляцією, що забезпечує видалення забрудненого повітря із приміщення й подачі в нього свіжого повітря.
4. Дотримання працівником правил експлуатації встаткування й норм техніки безпеки.

Для того, щоб забезпечити відповідний склад та безпеку праці робітника на ділянці фасування над дозатором встановлена місцева вентиляція (вентиляційна шафа), завдяки якій забруднене повітря виводиться з приміщення, а замість нього вводиться свіже зовнішнє або очищене повітря, тим самим і підтримується необхідна вологість повітря. Крім того, використовується також природна вентиляція, при якій подачу та віддалення повітря регулюють точно, згідно з зовнішніми метеорологічними умовами та у заздалегідь заданих об'ємах. Така вентиляція здійснюється через спеціально передбачені отвори у зовнішніх огорожах з використанням природних спонукаючих рухів повітря, гравітаційних сил та вітру.

Дані заходи дозволяють знизити концентрацію шкідливих речовин і повітря в зоні обслуговування до санітарних норм, установлених

ГОСТ 12.1.005-88 відповідно ДСН 3.3.6.042-99.

Для індивідуального захисту органів дихання від аеродисперсних часток (пил, дим, туман) та газоподібних сполук і парів в цеху використовуються респіратори типу «Снежок-ГП-В» та «Снежок-ГП-Е» при концентрації у навколишньому середовищі не більше 15 ГДК. При

підвищеній концентрації шкідливих речовин у цеху використовують респіратори «Лепесток 200».

Метеорологічні умови в робочій зоні визначаються наступними факторами: температурою повітря $t^{\circ}C$, відносною вологістю повітря $\vartheta(\%)$, швидкістю руху повітря в робочому місці.

Необхідність обліку основних параметрів мікроклімату пояснюється необхідністю дотримання теплового балансу між організмом людини й навколишнім середовищем виробничих приміщень. Величина тепловиділення організму людини залежить від ступеня фізичної напруги в певних метеорологічних умовах. Відповідно ДСП 3.3.6.042-99, встановлюються оптимальні умови для робочої зони приміщення при виборі яких ураховується пора року й категорія роботи. Оптимальні норми температур, відносній вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 6.4.1 - Граничні метеорологічні умови в робочій зоні

Сезон року	Категорія робіт	температура $t^{\circ}C$	Відносна вологість $\vartheta(\%)$	Швидкість руху повітря
Холодний і перехідний періоди року	Легка	20-23	40-60	Не більше 0,2
Теплий період року	Легка	22-25	40-60	Не більше 0,2

Наведені вище параметри метеорологічних умов робочої зони забезпечуються наступними заходами:

1. Джерела теплового випромінювання мають теплозахисті кожухи.
2. Підтримка необхідної температури в холодну пору року здійснюється подачею теплого повітря через систему калориферів.

Вологість і швидкість повітря регулюються об'ємом подаваного повітря за допомогою вентиляторів.

6.4.2 Небезпека рухомих механізмів

При роботі дозатора та пакувального автомата підвищену небезпеку представляють робочі частини механізмів: пневмоциліндри, випускний затвор дозатора, вагова ричажна система, електродвигуни, рухомі зварні пристрої, обертові вали конвейерів.

Для виключення можливості травмування дозатор та пакувальний автомат обладнані захисними щитками, огорожами та аварійними вимикачами з замками безпеки.

Безпека працюючих гарантується дотриманням їм правил техніки безпеки, до роботи й після її.

До початку роботи:

1. Зробити зовнішній огляд устаткування й перевірити
 - а) наявність і справність огорожувальних щитів.
 - б) справність пристроїв, що блокують(замки безпеки).
2. Правильність дії аварійних вимикачів.

Під час роботи:

1. Працювати тільки при закритих огорожувальних екранах. Робота з несправною системою, що блокує, не допускається.
2. Не доторкатися до частин, що рухаються.

6.4.3 Виробничий шум

На даному етапі роботи лінії значну небезпеку представляє також шум, що виникає при роботі технологічного обладнання. Шум заважає нормальній діяльності людини і викликає неприємні відчуття. Звук являє собою коливальний рух пружного середовища, сприймане людським

органом слуху. Підвищення звукового тиску негативно впливає на орган слуху. Нормування рівня шуму здійснюється відповідно до «Державних санітарних норм» ДСН 3.3.6.037-99.

У цехах допускається рівень звукової інтенсивності близько 100 дБ. Рівень звукової інтенсивності вище 140 дБ може викликати больовий ефект.

Крім того, існує доведене шкідливий вплив інфра- та ультразвуку на людський організм (нижче 20 Гц і вище 20 кГц частоти відповідно).

Хоча коливання інфранизьких частот не викликають больових відчуттів, вони виробляють специфічне фізіологічний вплив на організм людини.

Об'єктивно дії шуму проявляються у вигляді підвищення кров'яного тиску, прискореного пульсу і дихання, зниження гостроти слуху, ослаблення уваги, деякі порушення координації руху, зниження працездатності. Суб'єктивно дії шуму можуть виражатися у вигляді головного болю, запаморочення, безсоння, загальної слабкості. Комплекс змін, що виникають в організмі під впливом шуму, останнім часом розглядається медиками як "шумова хвороба".

В якості захисту від шуму та звуку слід застосовувати звукоізоляцію (ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ), звукопоглинання, спеціальні глушники аеродинамічного шуму, змащення рухомих елементів установок, засоби індивідуального захисту (наушники, беруші, протишумні каски, спеціальний протишумовий одяг).

У великих приміщеннях (більше 3000 м³) зниження шуму досягається за допомогою звукопоглинальних екранів. Звукоізоляція є методом зниження шуму шляхом створення конструкцій, що перешкоджають його поширенню. Звукоізолюючі конструкції (перегородки, кожуха) виготовляють з щільних твердих матеріалів (метал, дерево, пластмаса), які перешкоджають поширенню шуму. Нормування

рівня шуму здійснюється відповідно до «Державних санітарних норм» ДСН 3.3.6.037-99.

6.3.1. Розрахунок і вибір колективних засобів захисту від виробничого шуму. Алгоритм розрахунку облицювання

У виробничому приміщенні шум викликають рухомі частини машин та установок. Основними джерелами шуму являються транспортери та дозатори.

Вихідними даними для розрахунку облицювання є габаритні розміри приміщення, в якому знаходиться обладнання:

довжина $L = 10$ м, ширина $B = 8$ м, висота $H = 4$ м.

Площа приміщення облицювання:

$$S_{obl} = 2H(L+B)$$
$$S_{obl} = 2 \cdot 4 \cdot (10+8) = 144 \text{ м}^2$$

Загальна площа приміщення:

$$S_{обц} = 2H(L+B) + 2L \cdot B$$
$$S_{обц} = 2 \cdot 4 \cdot (10+8) + 2 \cdot 10 \cdot 8 = 304 \text{ м}^2$$

Об'єм приміщення:

$$V = L \cdot B \cdot H$$
$$V = 10 \cdot 8 \cdot 4 = 3200 \text{ м}^3$$

Звукопоглинальний матеріал облицювання вибирають з урахуванням його ефективності в «небезпечних» октавних смугах, вартості і складності робіт з реалізації прийнятого рішення. Дані коефіцієнта звукопоглинання α в залежності від частоти коливань наведені в таблиці.

Використовують також сталу приміщення B для кожної октавної смуги:

$$B = B_{1000} \cdot \mu$$

Значення коефіцієнту μ береться з таблиці для кожного значення частоти.

Таблиця 6.4.3 - Частотний множник μ

Об'єм приміщен ня $V, \text{м}^3$	Середньоггеометричні частоти октавних полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V > 1000$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Таблиця 6.4.4- Коефіцієнт звукопоглинання α

Звукопоглинаючий матеріал	Середньоггеометричні частоти октавних полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Акустична плита	0,25	0,45	0,72	0,6	0,80	1	1	0,95

Розрахунок ефективності (визначення ΔL) звукопоглинаючого облицювання після вибору площі $S_{обл}$ і матеріалу $\alpha_{обл}$ облицювання оформляється у вигляді таблиці 6.4.4.

Таблиця 6.4.4 - Результати розрахунку ефективності визначення ΔL) звукопоглинаючого облицювання після вибору площі $S_{обл}$ і матеріалу $\alpha_{обл}$ облицювання

Величини	Середньгеометричні частоти октавних полос, Гц						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
$\beta_{1000}, м^2$	-	2	-	-	200	-	-
μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3
$B=\mu\cdot\beta_{1000}, м^2$	100	100	110	140	200	320	600
$\alpha_{cp} = B/(B+S_{общ})$	0,048	0,048	0,053	0,067	0,093	0,14	0,23
$\alpha_{обл}$	0,25	0,45	0,72	0,6	0,8	1	1
$\Delta A = \alpha_{обл} \cdot S_{обл}, м^2$	240	432	691,2	576	768	960	960
$A_I = \alpha_{cp}(S_{общ} - S_{обл}), м^2$	48	48	53	67	93	140	230
$A_I + \Delta A, м^2$	288	480	744,2	643	861	1100	1190
$\alpha_{Icp} = (A_I + \Delta A)/S_{общ}$	0,15	0,25	0,38	0,33	0,44	0,561	0,607
$B_I = (A_I + \Delta A)/(1-\alpha_{Icp}), м^2$	338,82	640	1200,3	959,7	1537,5	2505,7	3028
$\Delta L = 10 \lg(B_I/B), дБ$	5,3	8,06	10,4	8,4	8,86	8,94	7,03

Побудуємо залежність зниження рівня звукового тиску від середньо геометричної частоти октавних полос (рисунок 6.4.4).

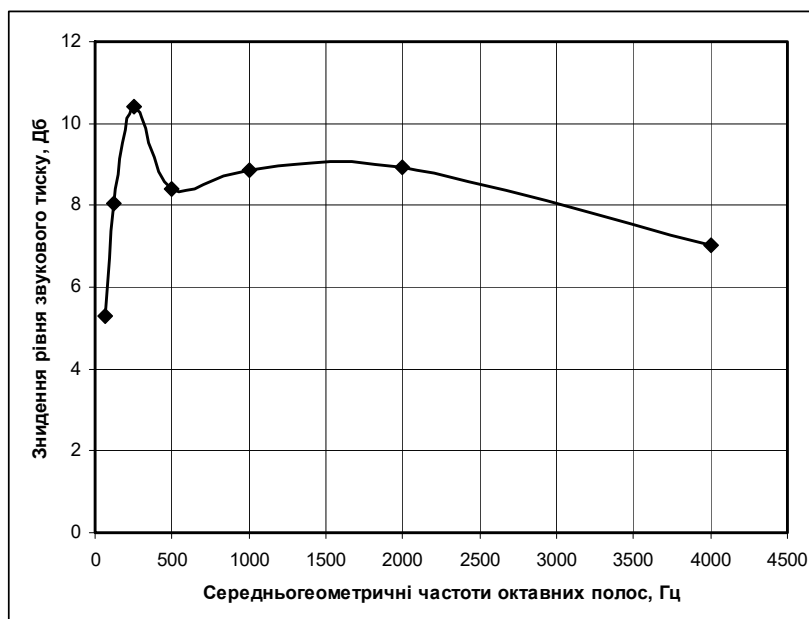


Рисунок 6.4.3 - Залежність ефективності звукопоглинаючого облицювання від частоти звуку

Таким чином, звукопоглинання становить в середньому 8 Дб у приміщенні загальною площею 304 м², ДСН 3.3.6.037-95.

6.4.4 Виробниче освітлення

Правильно спроектоване й виконане виробниче освітлення забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності. Від освітлення залежить схоронність зору людини, стан його нервової системи, безпека на виробництві, продуктивність праці і якість випускаємої продукції.

При висвітленні ділянки дозатора та пакувального автомата використовується природне висвітлення, здійснюване через світлові прорізи по периметрі будинку в районі даху й здійснюване через ліхтарі в перекриттях даху будинку. Застосовується також штучне висвітлення за допомогою електричних світильників, розміщених на стелі приміщення й місцеве висвітлення в районі робочого місця оператора пакувального автомата.

У світлий час доби, якщо природне висвітлення є недостатнім застосовується сполучене висвітлення, при якому природне висвітлення доповнюється штучним.

Основні вимоги до виробничого висвітлення.

1. Висвітлення на робочому місці повинне відповідати характеру зорової роботи.
2. Необхідне забезпечення достатнього розподілу яскравості на робочій поверхні.
3. Повинні бути відсутні різкі тіні.
4. Видимість - характеризує здатність очей сприймати об'єкт.

Створення у виробничих приміщеннях якісного й ефективного висвітлення неможливо без застосування раціональних світильників. В умовах базової ділянки пакувального автомата застосовуються відкриті світильники з лампами накаливання. Згідно ПУЕ для приміщення класу П - Па допускаються відкриті світильники.

Робота оператора-механіка характеризується точністю зорової роботи, що відповідає V розряду зорової роботи. Його характеристики:

- контакт об'єкта розміщення із тлом -середній, тло темний.
- Штучне висвітлення: комбіноване $E_n = 300$ лк, $E_f = 350$ лк

У цеху застосовуються газорозрядні люмінесцентні лампи низького тиску типу ЛБ (лампа біла), тому що висота стелі $h \leq 4$ м, і вони найбільш сприятливі з гігієнічної точки зору. У кількості 24 штук, потужністю 80 Вт, лампи ЛБ-80 забезпечують потрібний світловий потік що відповідає ДБН В 2.5.28-2006

6.4.5 Небезпека ураження електричним струмом

Приміщення в якому відбувається фасування та упаковка цементу, є особливо небезпечне, тому в ньому створюється хімічно активне середовище, що агресивно діє на ізоляцію й струмоведучі частини

устаткування. Тим самим створюються небезпечні умови для роботи на ділянці розливу. Тому особлива увага приділяється вимогам електробезпеки. Апарати живляться від мережі змінного струму. Працює від напруги $U = 220/380\text{В}$. 3-фазна мережа з ізольованою нейтраллю.

- дотик безпосередній до струмопровідних частин електроустановок, які діють під напругою. Це може статися через несправність огорожувальних пристроїв електроустановок, помилкові дії персоналу, коли роботи виконуються поблизу чи безпосередньо на струмопровідних елементах, що знаходяться під напругою, а також з появою напруги (в результаті помилкової подачі) на раніше вимкнених електроустановках і ділянках мережі;

- дотик до металевих конструктивних частин електроустановок, які не повинні знаходитися під напругою, але на корпусах, кожухах і огорожувальних пристроях може з'явитися напруга в результаті електричного пробоя чи природного старіння ізоляції електроустановок, а також при замиканні оголених проводів через обрив і падіння на конструктивні частини електроустановок і при відсутності захисного заземлення, ці причини складають близько 22 % усіх травм;

- дотик інструментом і предметами, що мають малий опір, до ізоляції, до струмопровідних частин, а також до неметалевих частин електроустановок, які виявилися під напругою через заводські дефекти в конструкції, під час монтажу і виготовлення. На ці причини припадає 14 % електротравм;

- дотик до стін, підлог, будівельних конструкцій, які виявилися під кроковою напругою. Крокова напруга виникає при розтіканні електричного струму від трубопроводів, будівельних конструкцій, рейкових шляхів, на які перейшов електричний струм в результаті падіння проводів чи погіршення ізоляції. Такі причини складають 2-3 %;

Основні методи захисту від ураження електричним струмом :

- забезпечення неприступності струмоведучих частин, що перебувають під напругою для випадкового дотику;
- застосування малої напруги;
- ізоляція струмопровідних частин електроустановок, а в особливих випадках подвійна чи посилена;

У випадку ушкодження чи пробоя ізоляції струмопровідних частин застосовують захисне заземлення, що має за мету знизити напругу дотику між корпусом електроустановки і землею до 42 В, і менше.

Для дозатора цементу та упаковочного автомату, що живиться напругою 220/380 В опір заземлювального пристрою повинен бути не більше 4 Ом, ГОСТ 12.1.030-82. Схема заземлення зображена на (рисунок 7.3).

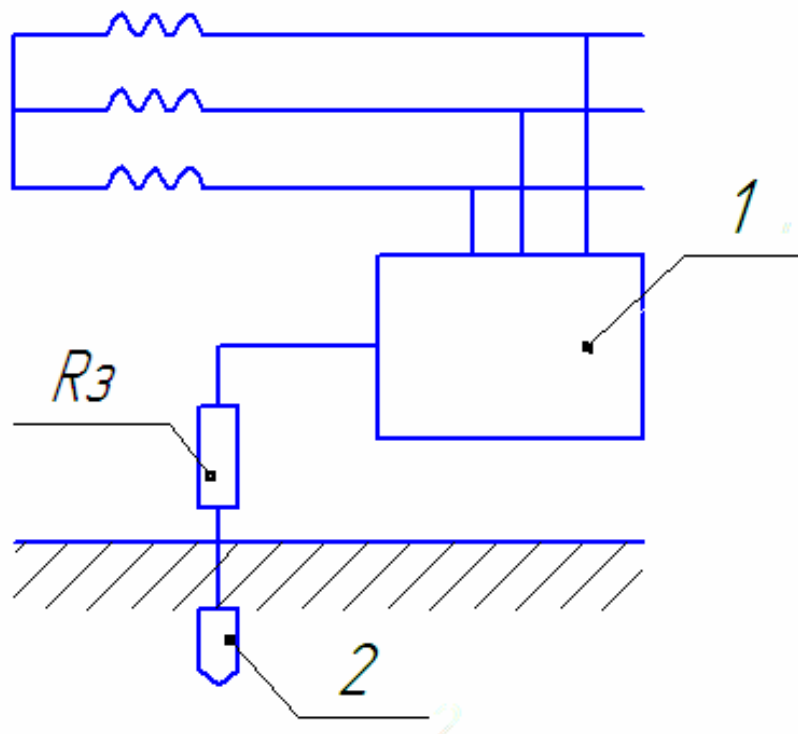


Рисунок 6.4.5 - Схема заземлення дозатора

1- дозатор; 2- заземлювач захисного заземлення

Дозатор живиться від мережі змінного струму. Працює під трифазною напругою $U = 380V$; $\omega = 50$ Гц.

Розрахунок захисного заземлення наступний:

1. Визначаємо припустимий опір заземлюючого пристрою. З ПУЕ $R_g = 4$ Ом, тому що наша установка з напругою до $1000 V$ з ізольованої нейтраллю.
2. Визначаємо питомий опір ґрунту, $\rho_2 = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ (для супіску)
3. Тому що природні заземлювачі не використовуються, то необхідний опір штучних заземлювачів, не повинне перевищувати припустимий опір заземлюючого пристрою $R_u \leq R_g$. Приймаємо $R_u = 4$ Ом. (ГОСТ 12.1.030-82)
4. Конфігурація заземлювача по контурі (прямокутник). Тип і розміри заземлювачів - вертикальні електроди діаметром $0,035$ м, і довжиною $2,5$ м, зі сполучною смужкою стрижня $= 0,014$ м.

$$R_{uf} = 3,4 \text{ Ом}$$

Отриманий опір R_{uf} не перевищує припустимий опір ПУЕ, що дорівнює 4 Ом , що підтверджує розрахунок.

6.4.6 Надзвичайні ситуації(пожежна безпека)

Приміщення, де розташована лінія вважаються пожежонебезпечними й ставляться до – категорії «В», згідно ОНТП 24 – 86, ОНТП 24 – 86, клас зони по ПУЕ – П – І, Адже відбувається розсип цементу у поліетиленові пакети, що здатні тільки горіти, але не вибухати при контакті з повітрям, водою або при контакті один з одним.

Причиною пожежі на установці може бути:

1. несправність електроустаткування.
2. струми короткого замикання й перевантаження кабелів електроживлення.
3. відкритий вогонь у неналежному місці.

Для забезпечення пожежної безпеки передбачається евакуація людей через виходи цеху (рисунок 7.5).

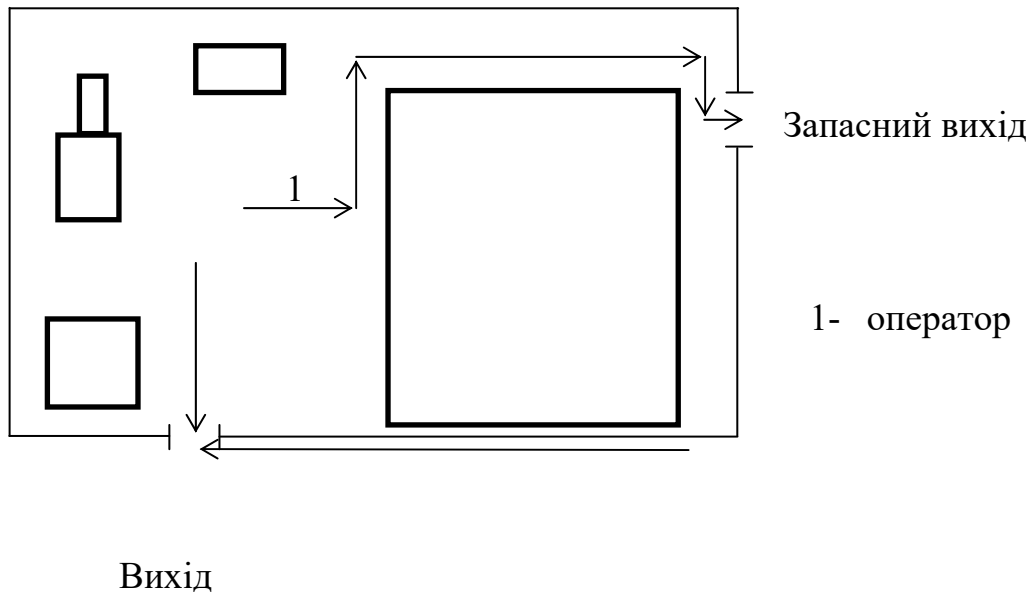


Рисунок 6.4.6 - План евакуації

Евакуаційні виходи розташовуються розосереджено. Ширина шляхів евакуації становить 3,5 м, ширина дверей 1,6 м. будинок цеху обладнаний пожежними сходами; за СНиП 2.09.02.85.

Видалення газів і диму з палаючих приміщень виробляється через віконні прорізи, а також димові люки.

Для гасіння пожеж будинок цеху обладнають пожежними гідрантами, вогнегасниками, стендами із засобами індивідуального пожежогасіння: багри, цебра, лопати, ломы й пісок. Для оповіщення пожежної команди застосовується прямий телефонний зв'язок.

7 РОЗРАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ВІБРОШНЕКОВОГО ЖИВИЛЬНИКА

7.1 Розрахунок контактних напруг в зубчастому зчепленні віброшнекового живильника

Розрахунок контактних напруг, що виникають в зубчастому зачепленні в трьох положеннях: контакт в полюсі, вхід в контакт і вихід з контакту за допомогою ПК.

Зубчасте зачеплення на редукторі відвідного конвеєру пакувального автомату. Для побудови геометрії, були використані вихідні дані: ділительний діаметр шестерні 91 мм, колеса 229 мм; діаметр вершин зубів шестерні 95 мм, колеса 233 мм; ширина зубчастого вінця шестерні 80 мм, колеса 85 мм; число зубів шестерні 60, колеса 150; момент обертання на шестерні 104,4 Нм.

Імпорт геометрії для створення кінцево-елементної сітки і розрахунків в програмний комплекс ANSYS Workbench 13.0 (рис 7.1).

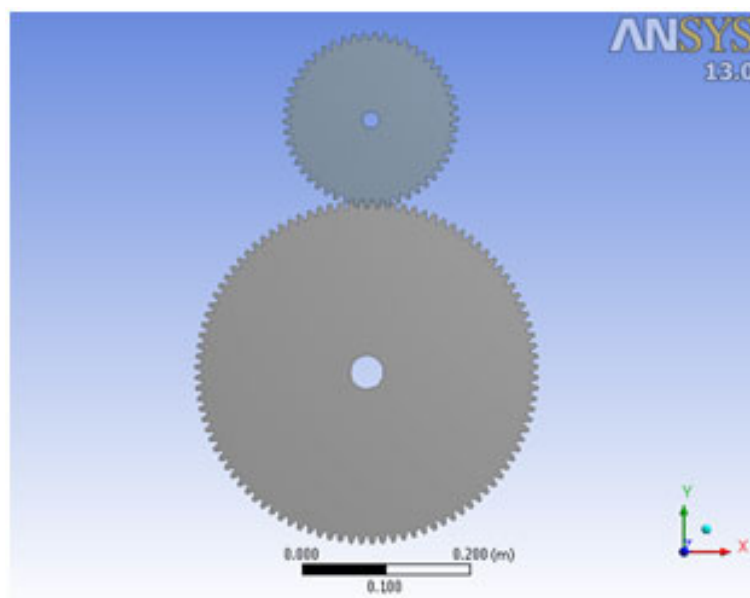


Рис.7.1. Модель зубчастого зачеплення.

Після того як побудовано геометрію і імпортовано її в ANSYS Workbench 13.0 в “Design Modeler” необхідно було розрізати геометрію колеса і шестерні на 3 частини і створити “Multi Body” для кожного. Це

необхідно зробити, для того щоб згустити сітку в місці контакту. Отже, тепер переходимо до розбиття нашої моделі на кінцево-елементну. Для початку необхідно об'єднати кромки і поверхні на западинах зубів за допомогою “Virtual Topology”. Після цього розбиваємо модель на сітку за допомогою методу “Sweep”. При створенні сітки були використані “Edge Sizing” і “Face Sizing” для більш дрібної сітки в зонах контактів.

В ході виконання було виявлено, що сітка виходить не досить дрібна, було прийнято рішення розрізати саме маленьке тіло ще, щоб згустити сітку безпосередньо в місці контакту (Рис 1.3), в результаті отримали, що кожна деталь складається з 5 частин .

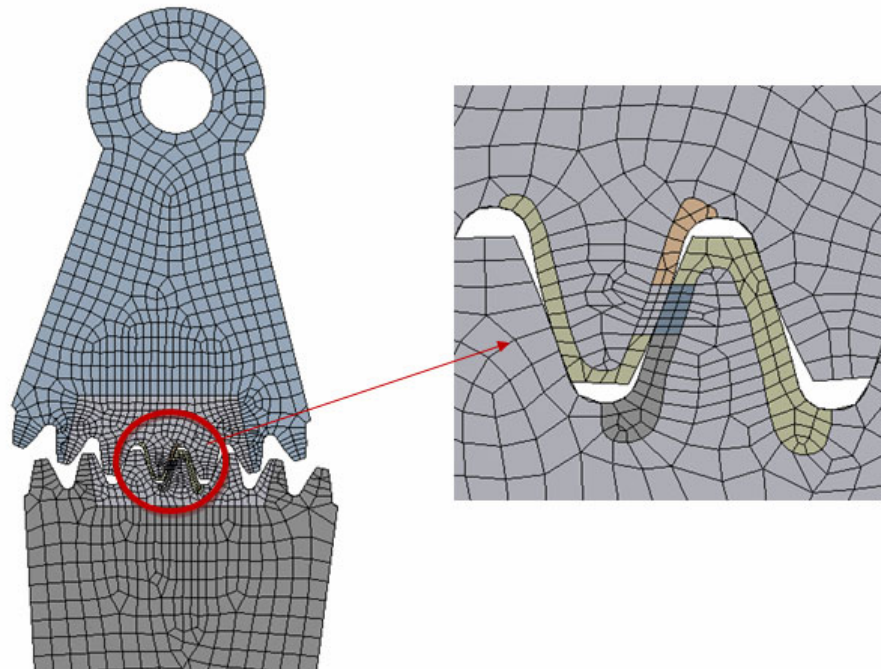


Рис.7.2. Створення сітки.

Тепер переходимо до створення розрахункової моделі. Для цього: закріплюємо жорстко колесо (Fixed Support), задаємо момент на шестерні = 104,4 Н м навколо осі Z, закріплюємо шестерню (Joint), так щоб вона могла обертатися навколо осі Z, задаємо контактні пари: контакт при вході, в полюсі та на виході (Рис. 1.4).

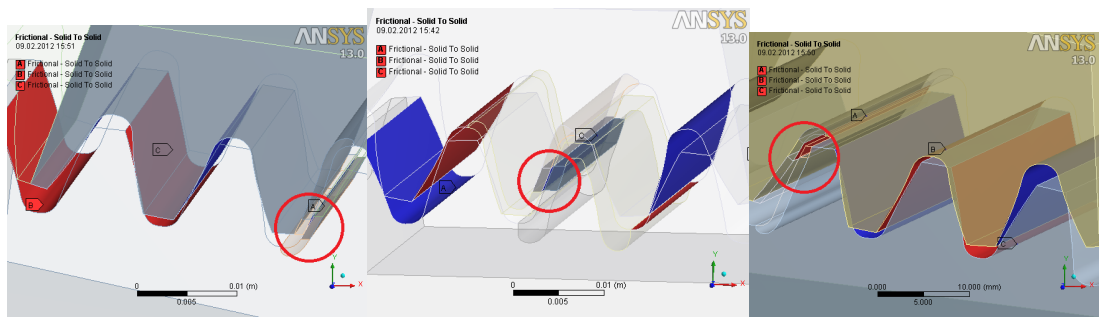


Рис. 7.3. Контакти в трьох положеннях.

Після виконаних операцій переходимо до розрахунку. Будемо проводити статичний аналіз моделі зубчастого зачеплення. В результаті розрахунків контактних напружень і тисків були отримані наступні результати, представлені в Таблиці 1.1.

Таблиця 7.1. Результати розрахунків.

	Еквівалентні напруження, МПа	Переміщення, м	Тиск, МПа	Нормальні напруження, МПа
Перше положення	76,4	0,00018	98,33	104,2
Друге положення	48,3	0,00016	41,83	48,95
Третє положення	69,7	0,0023	954,5	86,8

На рис.7.4 показані результати(нормальні напруження).

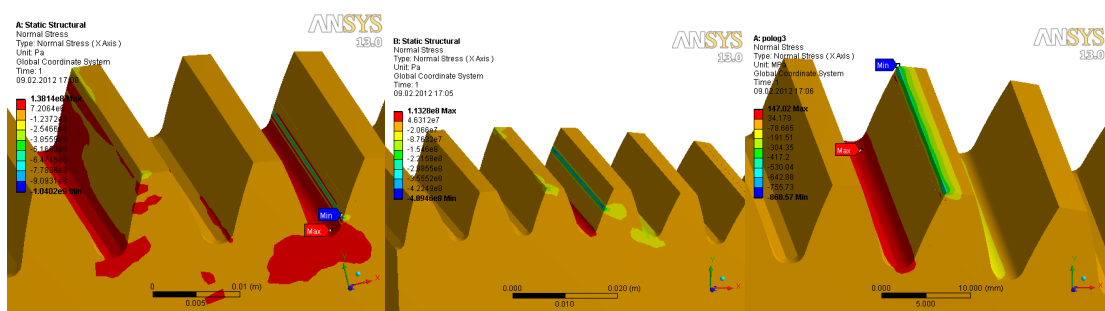


Рис.7.5. Розподіл нормального напруження зубчастого зачеплення.

В ході виконання роботи був проведений розрахунок напружено-деформованого стану моделі зубчастого зачеплення в трьох положеннях. Порівнюючи результати між собою, було з'ясовано, що найнебезпечніше положення, це вхід в контакт, так як еквівалентні напруження = 76,4 МПа і нормальні напруження = 104 МПа .

7.2 Розрахунку полярного моменту інерції, площі небезпечного перетину та полярного моменту опору

Алгоритмічна блок–схема розрахунку полярного моменту інерції, площі небезпечного перетину та полярного моменту опору на рисунку 7.2.1.

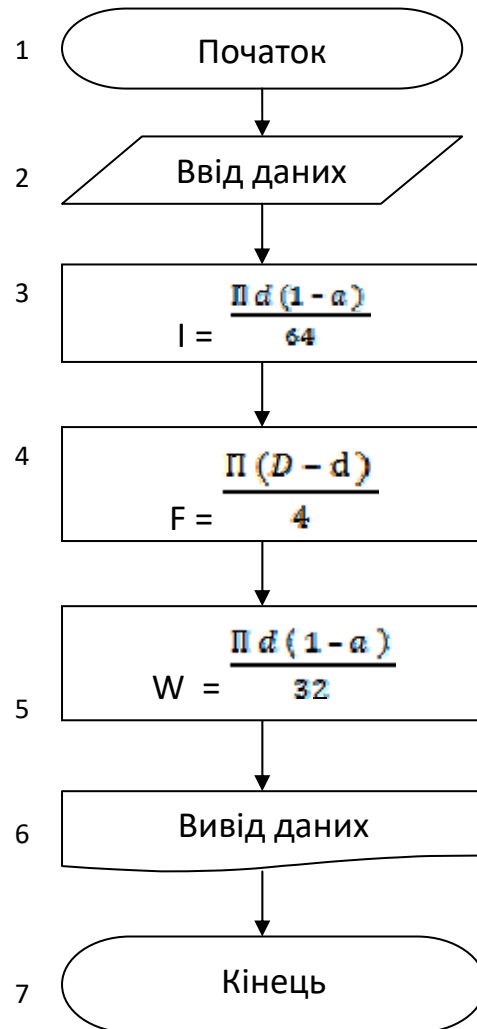


Рисунок 7.2.1 – Блок-схема розрахунку полярного моменту інерції, площі небезпечного перетину та полярного моменту опору

Лістинг програми розрахунку полярного моменту інерції, площі небезпечного перетину та полярного моменту опору, виконаною у мові Basic

```
DO
  IF D > d0 THEN
    CLS
    PRINT "Neverno D("; D; ") > d0("; d0; ")"
  END IF
  PRINT "Diametr oserdya D";
  INPUT (D)
  PRINT "Diametr vnurt d";
  INPUT (d0)
  LOOP WHILE D > d0
  I! = 3.1415926 * D ^ 4 * (1 - (d0 / D) ^ 4) / 64
  W! = 3.1415926 * D ^ 3 * (1 - (d0 / D) ^ 3) / 32
  F! = 3.1415926 * (D ^ 2 - d0 ^ 2) / 4

  PRINT "Moment Inercee I="; I!
  PRINT "Moment Soprotivlenia W="; W!
  PRINT "Ploscha nebezpechnogo peretynu F="; F!
```

У програмі використано ряд змінних, для їх ідентифікації подано таблицю 7.2.2

Таблиця 7.2.2 – Ідентифікатори до програми

Найменування показників	Ідентифікатор	Одиниця вимірювання	Позначення
Полярний момент інерції	I	м	I
Діаметр шнека	D	м	D
Діаметр осердя	d	м	D0
Полярний момент опору	W	м	W
Площа небезпечного перетину	F	м	F

ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація присвячено розробленню лінії пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з модернізацією віброшнекового живильника та пакувального апарату. В результаті виконання дипломного проекту проведено патентно-літературні дослідження, на підставі яких виконано розрахунки, що підтверджують доцільність модернізацій.

1. Розроблено креслення технологічної лінії та окремих машин, які входять до складу лінії. Креслення виконано за допомогою програми «КОМПАС» та «SolidWorks».

2. На основі патентних досліджень запропоновано нове конструктивне вдосконалення віброшнекового живильника, що дає змогу підвищити продуктивність машини та зменшити вплив виробництва на довкілля.

3. Виконано параметричні, кінематичні розрахунки та розрахунки на міцність, що підтверджуються працездатність та надійність віброшнекового живильника.

4. Проведено техніко-економічне обґрунтування модернізації шнека віброшнекового живильника.

5. Виконано розділи технології монтажу та експлуатації машини, автоматизації технологічної лінії і охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

6. За темою магістерської дисертації опубліковані дві тези доповіді за результатами доповідей на IX і X Всеукраїнській науково-практичних конференціях (Київ, 6-7 червня 2019 р.) і (Київ, 12-13 грудня 2019 р.).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин. – М. : ГНТИ ХЛ, 1961.
2. Погрузочно-разгрузочные и транспортные операции на линиях розлива продуктов / А.И. Соколенко, М.И. Юхно, О.И. Ковальов и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 220с.
3. Исполнительные механизмы машин-автоматов для упаковки изделий: Справочник / В.А.Благодарский, М.С.Зиновьева, Н.С. Хатунцева. – М.: Машиностроение, 1980. – 302 с.
4. Коваленко І. В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник / І. В. Коваленко, В. В. Малиновський. — К.: Інрес : Воля, 2005. — 264 с
5. Иванченко Ф. К. Конструкция и расчёт подъёмно-транспортных машин.: Підручник [Текст] / Ф. К. Иванченко — 2-е изд. перераб. и доп. — К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. — 424 с.
6. Бункерный дозатор , Пат. 17670 Україна, МПК В65G 23/00, М.В. Бодло, М.І. Вільянінов. - № 200602748; заявл. 14.03.06; опубл. 16.10.06, Бюл. №10.
7. Дозатор з бункерним пристроєм, Пат. 51184 Україна, МПК В65G 23/00, А.В. Осипенко, О.Й. Вишневський, М.Ф. Новіков - №2002010684; заявл. 28.01.02;опубл. 15.11.02, Бюл. №3.
8. Бункерный дозатор для сыпких вантажів, Пат. 2546029 Российская Федерация, МПК В65G 23/44, А.М. Бахолдин, Полянская Е.Г. - №2006102743/03; заявл. 31.01.06; опубл. 20.08.07, Бюл. №23
9. Дозатор для розфасовки сыпких матеріалів, Пат. 2301769 Российская Федерация, МПК В65G 23/44, Бахолдин А.М., Капранчиков С.С. - № 2005139905/11; заявл. 20.12.05; опубл. 27.06.07, Бюл. №18
10. Комбінаційний ваговий дозатор, Пат. 93302 Україна, МПК В65G 23/44, П.С.Терезюк, Ю.П.Калініченко, А.А.Хіноцька. - №08645; заявл. 22.04.14; опубл. 25.09.14, Бюл. №18.

11. Дозатор сипких матеріалів, Пат. 18413 Україна, МПК В62М 9/00, М.Ю.Дорохов, Т.Р.Бондаренко. - № 200604042; заявл. 12.04.06; опубл. 15.11.06, Бюл. №11.
12. Затискач для мішків, Пат. 98111 Україна, МПК В65G 23/00, В.С.Павленко, О.В.Цуркан, М.Я.Близнюк, В.М.Данильченко. - №201413928; заявл. 25.12.14; опубл. 10.04.12, Бюл. №7.
13. Герметизація при пакуванні сипких матеріалів, Пат. 40540 Україна, МПК В62М 9/00, М.Ю.Дорохов, Т.Р.Бондаренко, П.І.Тоїчкін, О.Ю.Бєлкіна. - №200814115; заявл. 08.12.08; опубл. 10.04.09, Бюл. №7
14. Пристрій для термозварювання пакувального матеріалу , Пат. 20772 Україна, МПК F16H 7/10, І.О.Лук'янов, Р.О.Фесенко. - №200608405; заявл. 26.07.06; опубл. 15.02.07, Бюл. №2.
15. Е. В. Мусияченко Расчет и проектирование машин непрерывного транспорта [Электронный ресурс] : метод. указания к практическим работам / сост. : Е. В. Мусияченко, В. М. Ярлыков, Г. С. Гришко и др. – Электрон. дан. (5 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009.
16. Електронний ресурс <http://studbooks.net>
- 17.Іващенко Т.В., Казак І.О. Удосконалення лінії для упаковки продукції в термозбіжну плівку з метою підвищення ефективності її роботи // Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки: зб. наук. праць за матеріалами ІХ Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 6-7 червня 2019 р.). - К: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2019. - С. 54
- 18.Іващенко Т.В., Казак І.О. Удосконалення віброшнекового дозатора в лінії для пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з метою підвищення ефективності її роботи // Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки: зб. наук. праць за матеріалами Х Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 12-13 грудня 2019 р.). - К: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2019. - С. 52

ДОДАТОК А. ЕКСПЛІКАЦІЯ І СПЕЦИФІКАЦІЇ

[illegible]

Додаток А

<small>Формат</small>	<small>Зона</small>	<small>Поз.</small>	<small>Позначення</small>	<small>Найменування</small>	<small>Кіл.</small>	<small>Примітка</small>
				<u>Документація</u>		
A1			LУ81075185.001-90B3	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	LУ81075185.002-90СК	Вібратор	1	
		2	LУ81075185.003-90СК	Шнек на опорах	1	
				<u>Деталі</u>		
		3	LУ81075185.004	Бункер	1	
		4	LУ81075185.005	Патрубок	1	
		5	LУ81075185.006	Амортизатор	2	
		6	LУ81075185.007	Шнек	1	
		7	LУ81075185.008	Лоток	1	
		8	LУ81075185.009	Прокладка	1	
		9	LУ81075185.010	Стакан	2	
		10	LУ81075185.011	Прокладка	2	
		11	LУ81075185.012	Кришка	1	
		12	LУ81075185.013	Прокладка	2	
		13	LУ81075185.014	Кришка	1	
		14	LУ81075185.015	Кожух	1	
		15	LУ81.075185.016	Труба	1	
		16	LУ81.075185.017	Втулка	3	

						<h3>LУ81.075185.001-90B3</h3>
<small>Зн.</small>	<small>Арж.</small>	N вокуп	Підп.	Дата		
Розробд		Іваницько Т.В.				
Перевірлв						
Нерівник		Казак ІО.				
H контр.						
Загтверлдб		Гандлях				

Відрошнековий живильник

Лист	Лист	Листів
1	1	2

HTYU КПІ
ім. Ігоря Сікорського

Додаток А.

[illegible]

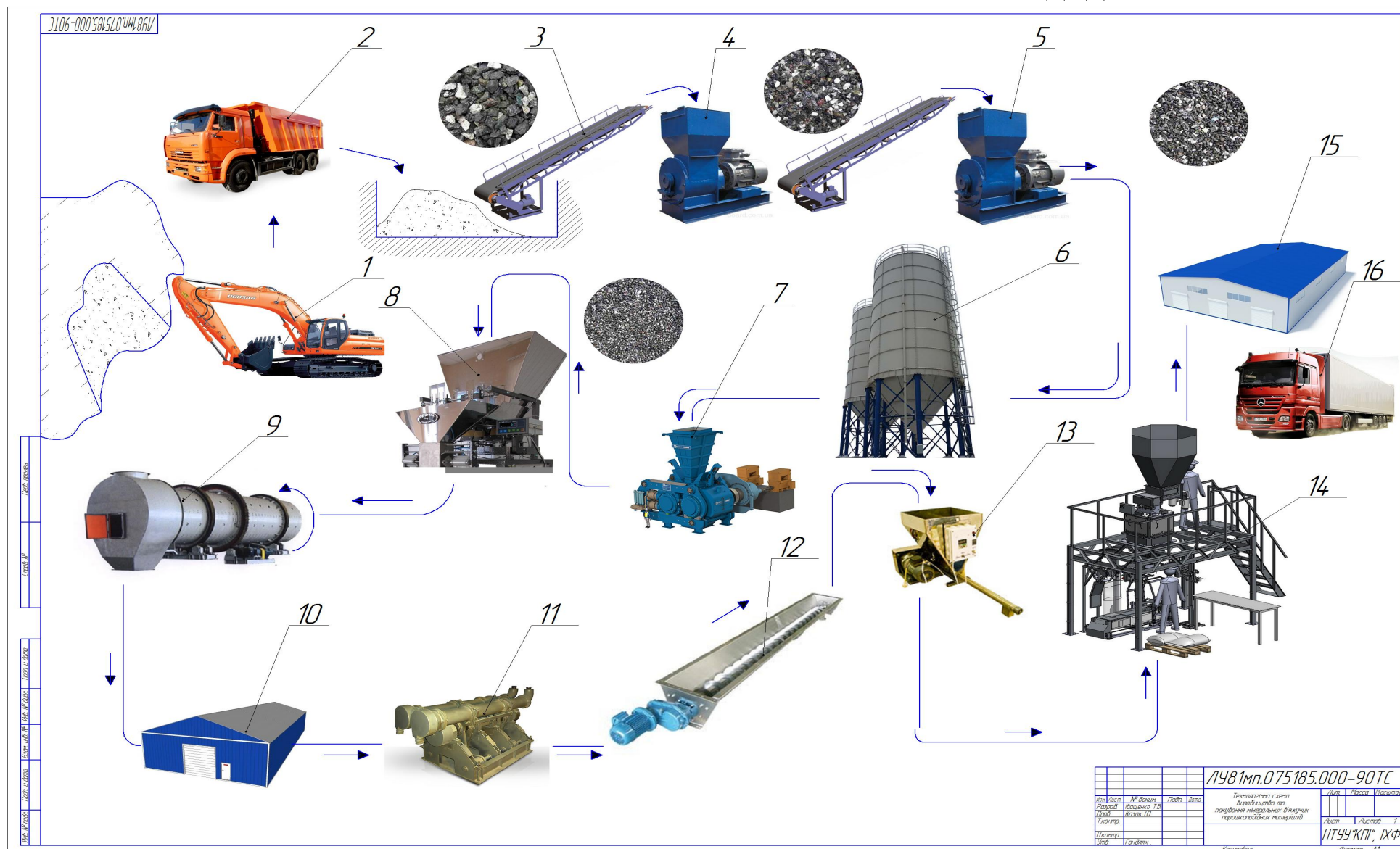
Додаток А.

130

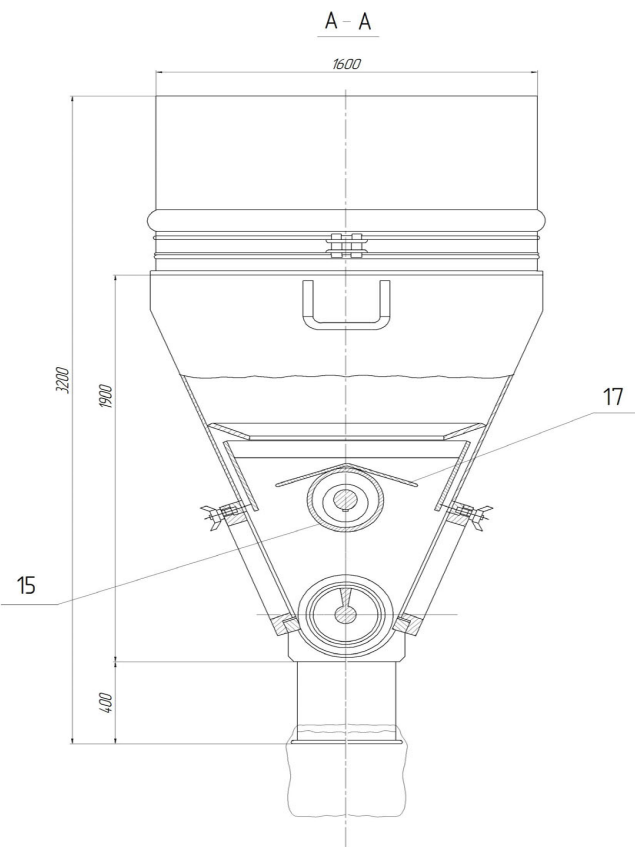
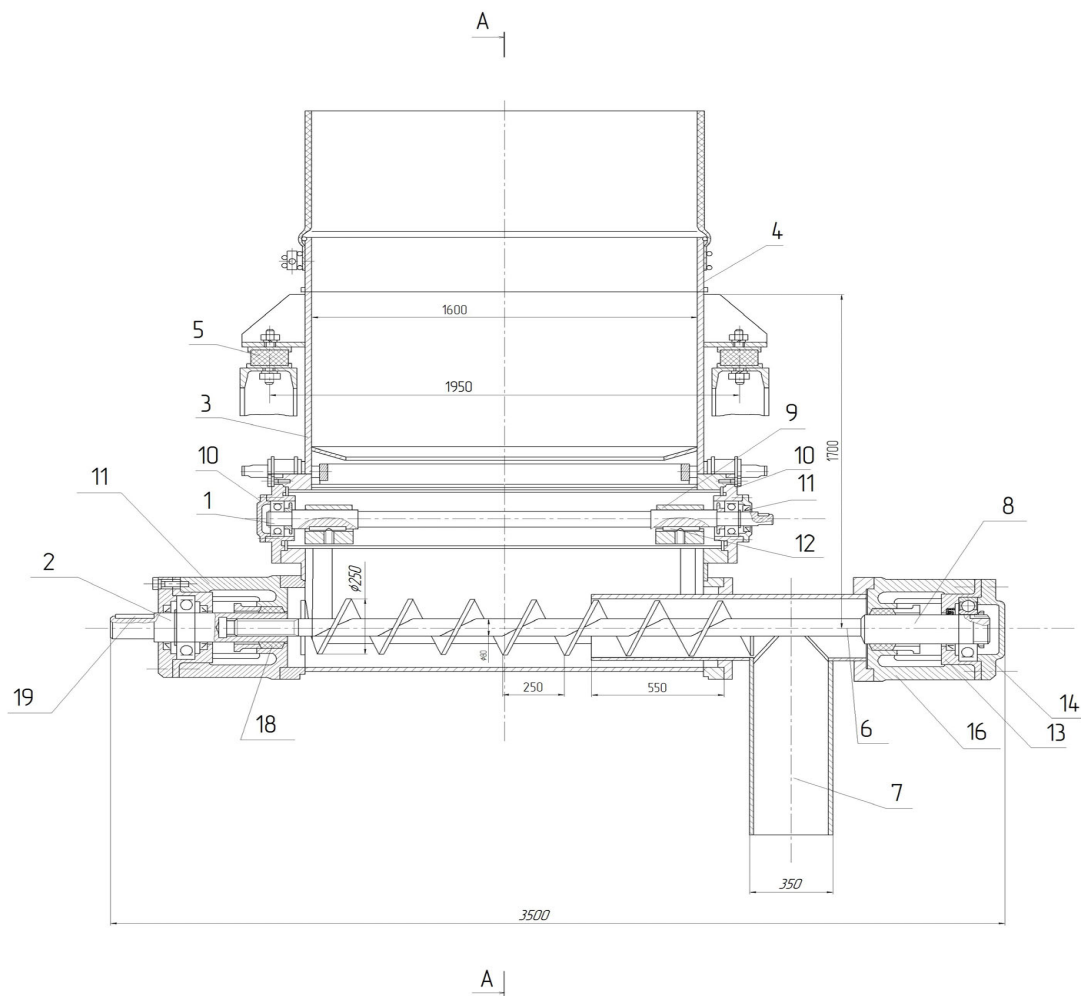
Додаток А.

131

ДОДАТОК Б. КРЕСЛЕННЯ

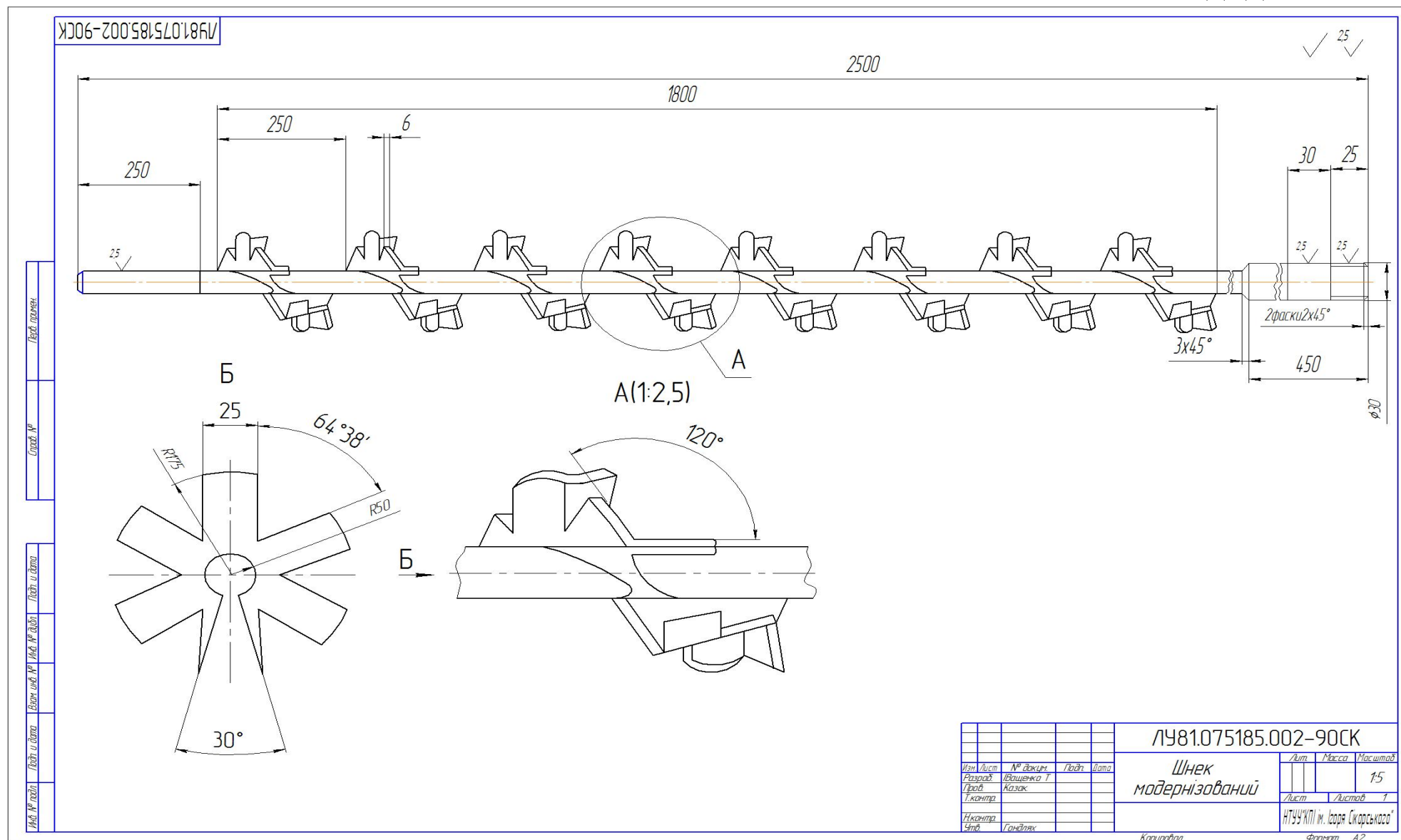


Л/У81мп.075185.003-90В3

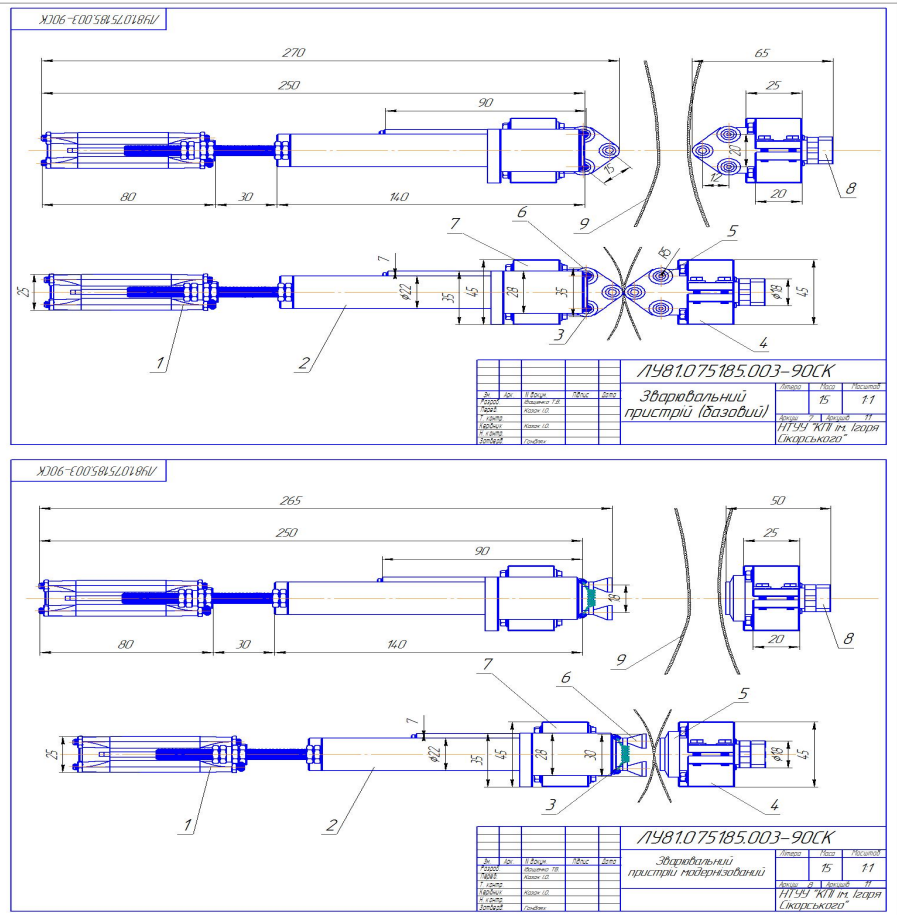
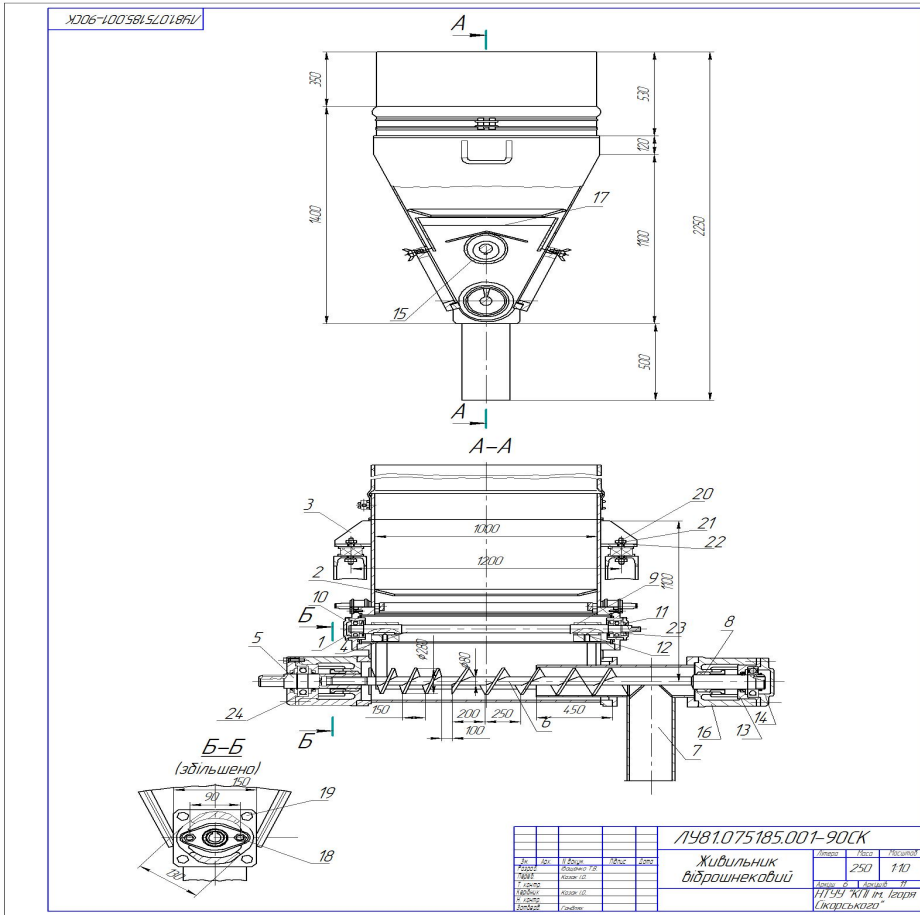


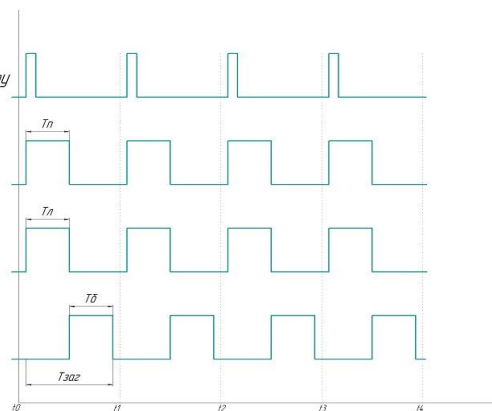
Л/У81мп.075185.001-90В3					Лист		520	110
Відрошнювальний					Лист		520	110
дозатор					Лист		520	110
НТУУ КІП					Лист		520	110
"Міжгоря Сікарського"					Лист		520	110

ДОДАТОК Б.

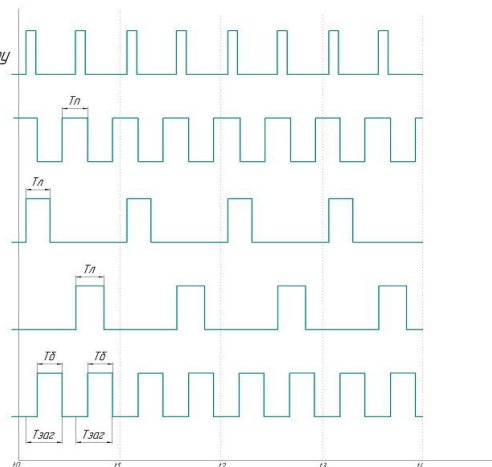


ДОДАТОК Б.



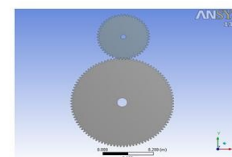
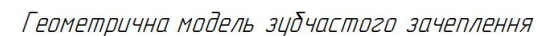


Діаграма роботи по часу базового дозатора

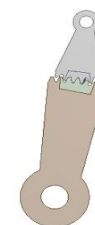


Діаграма роботи по часу модернізованого дозатора

						<i>198107.013164.000-90П1</i>		
							<i>Адрес</i>	<i>Место</i>
<i>№</i>	<i>Стр.</i>	<i>В докум.</i>	<i>Итого</i>	<i>Дата</i>				
<i>Р/сч</i>								
<i>Итого</i>		<i>КТОДН (Г)</i>						
<i>Г. выпуст</i>								
<i>Итого</i>		<i>КТОДН (Г)</i>				<i>Архив</i>	<i>Архив</i>	
<i>С. введ.</i>							<i>ИТУУ "КИ", ХИТМ</i>	



Модель зубчатого зацепления



Вхід у контакт

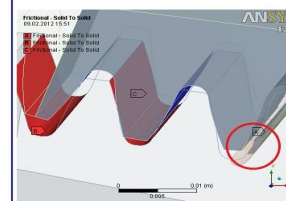


Контакт в полюсі

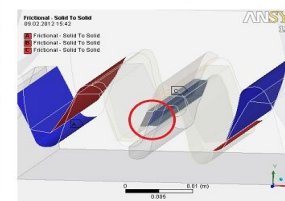


Вихід із контакту

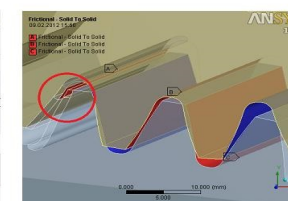
Розрахункова модель зб'язного зачеплення



Вхід у контакт

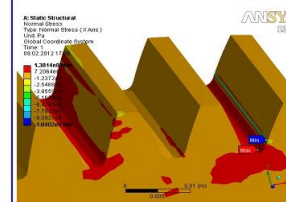


Контакт в полюсі

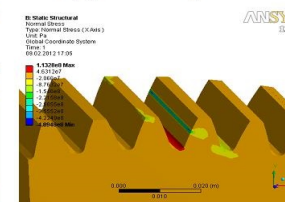


Вихід із контакту

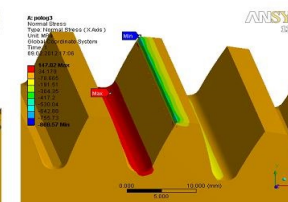
Нормальні напруження зчубчастого зачеплення



Вхід у контакт



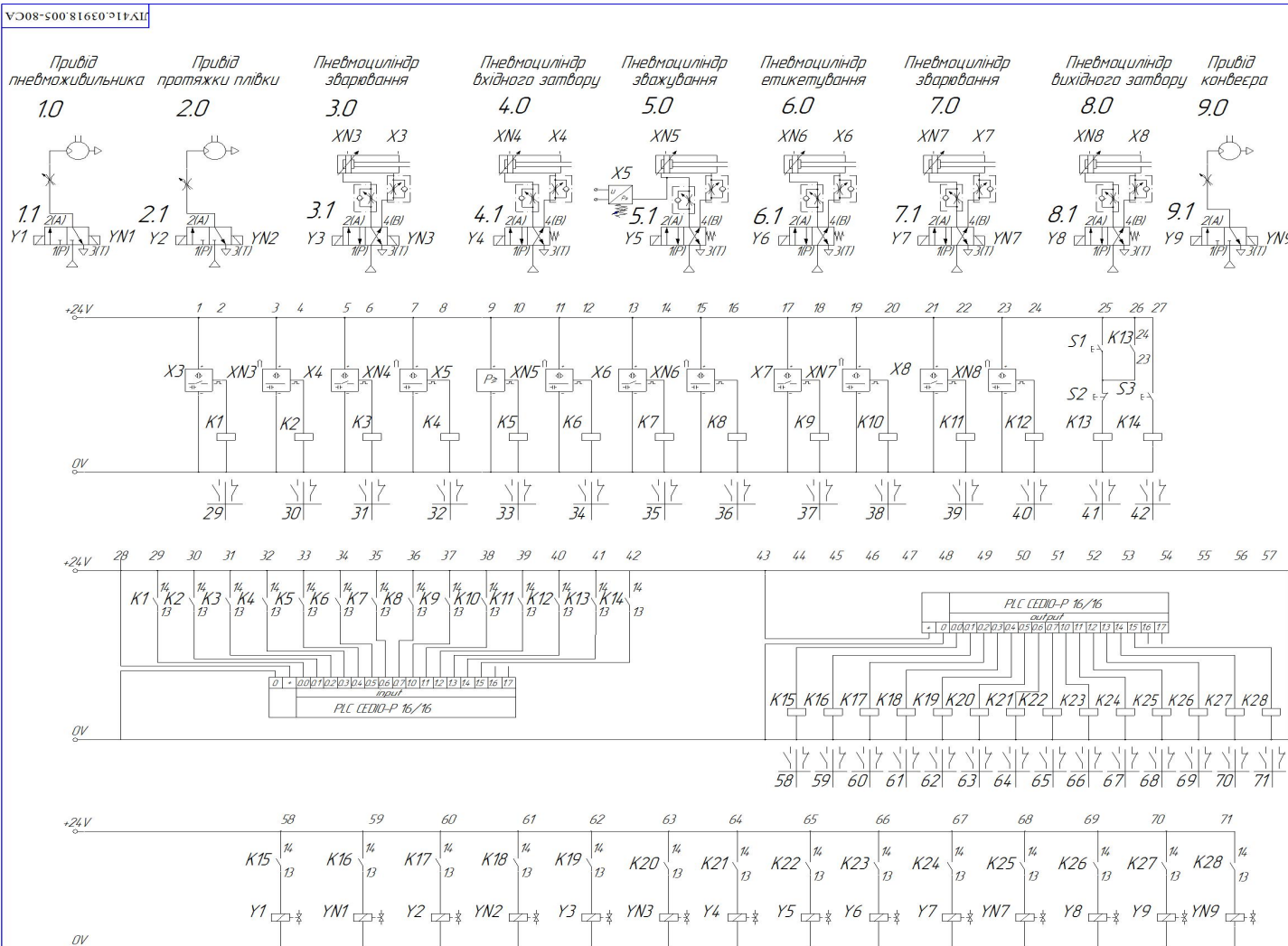
Контакт в полюсі



Вихід із контакту

[illegible]

ДОДАТОК Б.



Специфікація на контролер	
Виробник	BERGHOF
Модель	CEUDIO-P 16/16
CPU	PowerPC 400 MHz
Клас захисту	IP-20
Робоча напруга	24 VDC
Споживання струму	0,2 A
Дискретні входи	16
Дискретні виходи	16
Клас безпеки	III
Температура роботи	0...55 °C
Вологість повітря	95 %
Габаритні розміри	124x170x85
Вага	0,48kg
Живлення	2x R12 розетка

Функция	У программы	Но номеров
Датчик канцеляб. положения пневмоцилиндра 3	X3	I0.0
Датчик пачткового положения пневмоцилиндра 3	X3	I0.1
Датчик канцеляб. положения пневмоцилиндра 4	X4	I0.2
Датчик пачткового положения пневмоцилиндра 4	X4	I0.3
Датчик канцеляб. положения пневмоцилиндра 5	X5	I0.4
Датчик пачткового положения пневмоцилиндра 5	X5	I0.5
Датчик канцеляб. положения пневмоцилиндра 6	X6	I0.6
Датчик пачткового положения пневмоцилиндра 6	X6	I0.7
Датчик канцеляб. положения пневмоцилиндра 7	X7	I0
Датчик пачткового положения пневмоцилиндра 7	X7	I1
Датчик канцеляб. положения пневмоцилиндра 8	X8	I2
Датчик пачткового положения пневмоцилиндра 8	X8	I3
Кнопка аварийного сигнала	S7	I4
Кнопка аварийного сигнала	S3	I5
Керууча команда пневмоцилиндра 1	Y1	O0.0
Керууча команда пневмоцилиндра 1	Y1	O0.1
Керууча команда пневмоцилиндра 2	Y2	O0.2
Керууча команда пневмоцилиндра 2	Y2	O0.3
Керууча команда пневмоцилиндра 3	Y3	O0.4
Керууча команда пневмоцилиндра 3	Y3	O0.5
Керууча команда пневмоцилиндра 4	Y4	O0.6
Керууча команда пневмоцилиндра 5	Y5	O0.7
Керууча команда пневмоцилиндра 6	Y6	O0.8
Керууча команда пневмоцилиндра 7	Y7	O0.9
Керууча команда пневмоцилиндра 7	Y7	O1.0
Керууча команда пневмоцилиндра 8	Y8	O1.1
Керууча команда пневмоцилиндра 9	Y9	O1.2
Керууча команда пневмоцилиндра 9	Y9	O1.3
Пропар 1	M1	F0.1
Пропар 2	M2	F0.2
Пропар 3	M3	F0.3
Пропар 4	M4	F0.4
Пропар 5	M5	F0.5
Пропар 6	M6	F0.6
Пропар 7	M7	F0.7
Пропар 8	M8	F0.8
Пропар 9	M9	F1.1
Пропар 10	M10	F1.2
Пропар 11	M11	F1.3
Пропар 12	M12	F1.4
Пропар 13	M13	F1.5
Таймер	T0	T0
Предельный	TP0	TP0

[illegible]